Eric De Keyser
2e édition
FILMER ET PHOTOGRAPHIER AVEC UN
DRONE
EYROLLES
AERIAL MAKERS

Résumé

Une bible de conseils pratiques

Pour réussir de belles vidéos et photos avec un drone, il faut maîtriser à la fois les techniques de pilotage et de prise de vues, mais aussi faire preuve d'une grande créativité. Écrit par un professionnel de l'image, ce livre vous fournira toutes les clés pour y parvenir, que ce soit pour choisir le drone et ses accessoires, adapter votre pilotage à la prise de vues, déterminer les meilleurs réglages vidéo et photo, gérer la post-production, ou encore opérer en toutes sécurité et légalité. Fourmillant de conseils pratiques issus de la grande expérience de l'auteur, ce guide richement illustré vous expliquera comment réaliser les plus beaux cadrages et mouvements de caméra en fonction des sujets : panoramique, plongée et contre-plongée, travelling, selfie, dronie… Après la lecture de cet ouvrage, l'image aérienne n'aura plus de secrets pour vous !

À qui s'adresse ce livre ?

- Aux vidéastes et photographes amateurs qui souhaitent investir dans un drone
- Aux dronistes voulant s'initier à la vidéo ou à la photo

Au sommaire

Que filmer ou photographier avec un drone ? Activités sportives de plein air • Beautés et curiosités de la nature • Patrimoine historique et habitat • Quel drone choisir pour la prise de vues ? Le matériel • Les diff érentes tailles de drones • L'heure du choix • Faire voler son drone. Les premiers vols • L'entraînement • Réussir ses vidéos. Les réglages de la caméra • Jouer des diff érents plans comme au cinéma et à la télévision • Réussir ses photos. Les réglages de l'appareil photo • Jouer des diff érents points de vue et eff ets • Le montage vidéo. Préparer son montage • L'espace de travail • Les étapes du montage • Le post-traitement photo. Le logiciel de retouche • La retouche par étapes • Sécurité, réglementation et débouchés professionnels. Les risques • La réglementation • Devenir professionnel • Annexes. Ressources utiles • Glossaire.

Biographie auteur

Réalisateur documentariste, **Eric De Keyser** est télépilote et cofondateur de l'opérateur de drones Team Nano Pirate. Il utilise les drones dans ses reportages et documentaires pour la télévision (France 2, France 3, Seasons…) et dans des films institutionnels.

www.editions-eyrolles.com

CHEZ LE MÊME ÉDITEUR

Dans la collection « Serial Makers »

F. BOTTON. – **Les drones de loisir (3e édition).**
N° 67444, 2017, 230 pages.

R. JOBARD. – **Les drones (3e édition).**
N° 67434, 2017, 202 pages.

E. BARTMANN. – **Le grand livre d'Arduino (2e édition).**
N° 14117, 2015, 586 pages.

C. PLATT. – **L'électronique en pratique (2e édition).** *34 expériences ludiques.*
N° 13507, 2013, 344 pages.

C. PLATT. – **L'électronique en pratique 2.** *36 expériences ludiques.*
N° 14425, 2016, , 328 pages.

J. BOYER. – **Réparez vous-même vos appareils électroniques.**
N° 13936, 2014, 384 pages.

S. MONK. – **Mouvement, lumière et son avec Arduino et Raspberry Pi.**
Avec 30 projets ludiques.
N° 11807, 2016, 352 pages.

A. BANKS, MACUSER et IFIXIT. – **Réparez vous-même votre Apple.** *Une seconde vie pour votre iPhone, MacBook, iMac…*
N° 14251, 2015, 146 pages.

C. BOSQUÉ, O. NOOR et L. RICARD. – **FabLabs, etc.** *Les nouveaux lieux de fabrication numérique.*
N° 13938, 2015, 216 pages.

Techniques de la photo – Prise de vue

C. JENTZSCH. – **Les secrets de la photo de voyage.**
N° 14223, 2016, 224 pages.

D. DUBESSET. – **Les secrets du cadrage photo.**

N° 14395, 2016, 144 pages.

M. FREEMAN. – **Capturer l'instant.**
N° 14113, 2015, 208 pages.

Eric De Keyser

FILMER ET **PHOTOGRAPHIER** AVEC UN **DRONE**

2e édition

EYROLLES

SERIAL MAKERS

ÉDITIONS EYROLLES
61 bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

Figure page VI : © Pixabay
Figures 1-4, 1-5, 1-13, 1-15, 1-17, 1-18, 1-26, 1-27, 1-34 : © Michaël Crovetto
Figures 2-6, 2-9, 2-14, 2-15, 2-26, 2-33, 2-34, 4-1, 5-6 : © DJI
Figure 2-8 : © Aero-naut
Figure 2-12 : © Drony.fr
Figures 2-16, 2-39 : © Feiyu Tech
Figures 2-17, 4-6 : © Parrot
Figure 2-19 : © La fabrique circulaire
Figure 2-21 : © Epson
Figure 2-23 : © Polar pro
Figure 2-25 : © Waterbuoy
Figure 2-28 : © Patrick Viale
Figure 2-29 : © Tiny Whoop
Figures 2-30, 3-1 : © Hubsan
Figure 2-31 : © Horizon Hobby
Figure 2-32 : © fpvracer.fr
Figure 2-35 : © Walkera
Figure 2-36 : © Hexadrone
Figure 2-37 : © BaseCam
Figure 2-38, 4-5 : © Yuneec
Figure 4-2 : © Flying Eye
Figure 4-16 : © ANFA
Figure 4-32 : © Alex Chacón
Figure 4-33 : © Squadrone
Figures 4-36, 4-37 : © 3DR
Figures 5-7, 8-4 © Gopro
Figure 5-18 : © Pix4d
Figure 5-20 : © Dronevolt.com
Figures 5-26, 7-1, 8-14 : © David Cohen
Figures 5-27, 5-28 : © Karolis Janulis
Figure 7-4 : © Raw Therapee
Figure 7-5 : © Gimp
Figure 8-1 : © Gérald Barilaro
Figures 8-8, 8-9 : © Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer/DGAC
Figures 8-10, 8-11 : © DGAC
Figure C-1 : © Didier Wasselin
Figure page 208 : © Pixabay

© Eric De Keyser pour toutes les autres figures de l'ouvrage

Attention : la version originale de cet ebook est en couleur, lire ce livre numérique sur un support de lecture noir et blanc peut en réduire la pertinence et la compréhension.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du Droit de Copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.
© Groupe Eyrolles, 2016, 2017, ISBN : 978-2-212-67435-4

REMERCIEMENTS

Je remercie mes amis et mentors qui m'accompagnent depuis mes débuts. Ils m'éclairent de leur expérience et de leur enthousiasme. Grâce à eux, à la Team Nano Pirate ainsi qu'au soutien sans faille de ma famille et de ses encouragements, j'ai trouvé un épanouissement dans cette activité passionnante. De simple loisir, elle est devenue une activité professionnelle. Filmer et photographier avec un drone me procure toujours autant de plaisir parce qu'il y a encore tellement à redécouvrir vu du ciel.

Un regard très graphique qui mêle droites, courbes, couleurs et lumières.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction

La prise de vues avec un drone

Pourquoi ce livre ?

À qui s'adresse cet ouvrage ?

Chapitre 1. **QUE PEUT-ON FILMER OU PHOTOGRAPHIER AVEC UN DRONE ?**

Les activités sportives de plein air

Les beautés et curiosités de la nature

Le patrimoine historique et l'habitat

Les parcs et jardins

Les paysages urbains et villages perchés

Les monuments, ruines et autres sites

En intérieur

Les grottes

Chapitre 2. **QUEL DRONE CHOISIR POUR LA PRISE DE VUES ?**

Le matériel

Les éléments constitutifs du drone

Les accessoires indispensables

Autres accessoires utiles

Les différentes tailles de drones

Les jouets

Les classes 180 à 250

Les classes 350 à 450

Les classes 550 à 1 000

L’heure du choix
Question 1. DIY versus RTF ?
Question 2. Quels sont les coûts cachés ?
Question 3. Phénomène de mode ou véritable hobby ?
Question 4. Êtes-vous plutôt vidéo ou photo ?
Question 5. Êtes-vous exclusivement GoPr ?
Question 6. Quadri ou hexa ?
Question 7. Envisagez-vous une qualification professionnelle ?
Question 8. Quelles sont les meilleures ventes ?
Question 9. Où acheter ?

Chapitre 3. **FAIRE VOLER SON DRONE**
Les premiers vols
Le démarrage et le décollage
Le vol stationnaire et les translations
Les virages
L’atterrissage
L’entraînement
Progresser par étapes
Le stress du pilote et les assistances
Le terrain et les clubs
Les formations
Le simulateur
Les réglages du drone
Piloter et filmer en même temps

Chapitre 4. **RÉUSSIR SES VIDÉOS**
Les réglages de base de la caméra
La définition de l’image
Le champ de vision
La cadence image
Les réglages avancés de la caméra
La balance des blancs
Les profils couleur

La sensibilité ISO
La netteté
La correction d’exposition

Jouer des différents plans comme au cinéma et à la télévision

Raconter une histoire
Les panoramiques
Plongée et contre-plongée
Les travellings
Programmer sa vidéo

Chapitre 5. **RÉUSSIR SES PHOTOS**

Les réglages de base de l’appareil photo

La définition de l’image
Le choix du format de fichier
Le champ de vision

Les réglages avancés de l’appareil photo

La vitesse
La balance des blancs
La sensibilité ISO
La netteté et le style d’image
La compensation de l’exposition
Le bracketing
L’HDR et le WDR
Rafale et intervallomètre

Jouer des différents points de vue et effets

Programmer sa photo
Panoramique et photogrammétrie
L’angle de vue
Les effets

Chapitre 6. **LE MONTAGE VIDÉO**

Préparer son montage

Organiser et stocker les rushs

Définir la durée et le rythme du film
Choisir la musique

L’espace de travail

Le panneau Projet
Le panneau Source
Le panneau Programme
Le panneau Montage
Les autres espaces de travail

Les étapes du montage

Importer les médias
Sélectionner les plans utiles
Le montage final

Chapitre 7. **LE POST-TRAITEMENT PHOTO**

Le logiciel de retouche

Un choix limité
Organiser sa photothèque avec Lightroom
Le module Développement de Lightroom

La retouche par étapes

Le recadrage
Les corrections de base
Les réglages avancés
La retouche locale
Exporter ses photos

Chapitre 8. **SÉCURITÉ, RÉGLEMENTATION ET DÉBOUCHÉS PROFESSIONNELS**

Les risques

Accidents et incidents
L’entretien du matériel
Les bonnes habitudes à prendre

La réglementation

Drones civils : loisir ou activité professionnelle ?
Une question de vocabulaire

Voler en conformité avec la loi
Voyager avec son drone
Devenir professionnel
Le parcours de professionnalisation
Les secteurs professionnels

Conclusion

Annexe A. **RESSOURCES UTILES**

Annexe B. **GLOSSAIRE**

Index

INTRODUCTION

Le phénomène du drone touche tous les secteurs de la société : civil, militaire, professionnel et loisir. En particulier, ce dernier secteur est très porteur : la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) estimait qu'il existait en 2014 entre 150 000 et 200 000 drones de loisir en France, dont 98 % de moins de 2 kg. Et ce chiffre ne cesse de croître car ces types de drones sont devenus financièrement très accessibles : les prix ont été en effet réduits de plus de la moitié entre 2012 et aujourd'hui ! Une baisse des prix qui décélère pourtant dans un marché extrêmement concurrentiel, dominé par le géant chinois DJI.

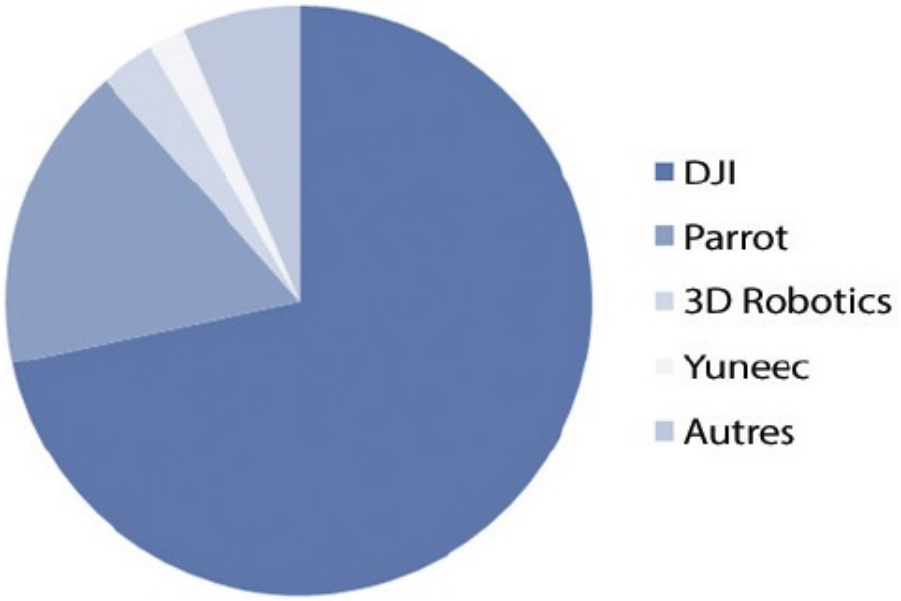


Figure I-1. Les leaders du marché se font une guerre des prix dont profitent les consommateurs (pourcentage en parts de marché, source : Goldman Sachs Global Investment Research, mars 2016).

Les multicoptères de loisir doivent aussi leur succès à leur très grande facilité d'utilisation, contrairement à l'aéromodélisme traditionnel, consistant à faire voler des répliques miniatures d'avions et d'hélicoptères, qui demande un

apprentissage relativement long. Cette popularité s'est trouvée renforcée par le développement extraordinaire du *drone racing* : des courses de minidrones ultralégers en FPV *(First Person View).* De nombreuses compétitions ont vu le jour à travers le monde, avec des moyens financiers de plus en plus conséquents.

La prise de vues avec un drone

L’avènement du drone a permis d’imaginer un nombre important d’applications civiles d’imagerie, au potentiel économique considérable, dans des secteurs professionnels très variés et innovants comme l’audiovisuel, l’industrie, l’agriculture, l’environnement, la santé ou encore la surveillance. Au cœur de ces nouveaux métiers se trouve l’analyse d’énormes quantités de données que ces appareils permettent d’enregistrer rapidement à moindre coût, le traitement puis l’analyse de ces dernières servant ensuite à la prise de décision.

Ces drones utilisés par les professionnels sont dans certaines applications les mêmes que ceux proposés aux consommateurs que nous sommes. Grâce à leur facilité d’utilisation, leur fiabilité et leur évolutivité, ils ont remporté des parts de marché importantes dans le secteur professionnel. C’est dire que la frontière entre le drone de loisir et le drone professionnel est très étroite. Cela est particulièrement vrai dans le domaine de la prise de vues où l’offre des constructeurs permet d’avoir l’embarras du choix.

Pourquoi ce livre ?

La plupart des drones de loisir permettent l'emport d'une caméra, ce qui séduit un très grand nombre de dronistes débutants qui entrevoient la possibilité de réaliser des prises de vues sous des angles inédits. En France, des milliers de nouveaux utilisateurs se lancent ainsi dans cette activité. Mais celle-ci suscite généralement beaucoup d'interrogations : quel drone acheter ? quel matériel choisir ? comment paramétrer sa caméra ou son appareil photo ? etc.

C'est dans le but de répondre à toutes ces questions qu'est née l'idée de ce livre. J'ai eu envie en effet de faire partager mon expérience en matière de prises de vues aériennes et présenter une synthèse de ce qu'il vaut mieux savoir, quand on débute ou quand on souhaite se perfectionner dans cette pratique. Cet ouvrage a donc pour ambition de donner toutes les clés pour réussir ses prises de vues vidéo ou photo, en aidant le télépilote à tirer le meilleur de sa machine et de sa caméra. Il fournira des conseils pour orienter ses choix matériels, entretenir son drone, comprendre et sélectionner les bons paramètres, et sublimer ses images.

À qui s’adresse cet ouvrage ?

Les différents usages des drones de loisir correspondent à une typologie d’utilisateurs qu’un rapport du Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN) a établie en 2015 à destination des parlementaires.

Selon ce rapport, on distingue plusieurs types d’utilisateurs :

- des amateurs de nouvelles technologies, intéressés par les innovations scientifiques et techniques développées sur ces engins ;
- des passionnés de photographie, qui utilisent les drones pour des prises de vues aériennes ;
- des télépilotes occasionnels qui utilisent les drones dans un cadre récréatif, pour le plaisir de les faire voler ;
- des adolescents aux pratiques parfois addictives, pour qui les drones sont des objets ludiques ou de compétition.

Ce livre, vous l’aurez compris, s’adresse aux passionnés de vidéo et de photo aériennes. Si vous êtes vidéaste ou photographe, la technique de prise de vues n’a sans doute plus beaucoup de secrets pour vous et vous avez envie d’admirer vos sujets de prédilection sous un autre angle. Le drone est devenu une évidence depuis que vous avez lu sur Internet tout ce que l’on pouvait faire avec, et vous ne pouvez, et ne voulez pas, vous passer de ce nouveau moyen à votre disposition. Vous avez raison ! Cette machine vous ouvrira de nouvelles perspectives et vous procurera des sensations à la limite de l’addiction…

Mais comme la prise de vues aériennes fait appel à une double compétence, le pilotage aérien et le cadrage, ce livre s’adresse également à tous les télépilotes de drone passionnés qui veulent se lancer dans l’image aérienne, qu’ils soient amateurs débutants ou confirmés. Si vous avez un passé d’aéromodéliste, vous avez probablement été séduit d’emblée par les drones, car vous avez immédiatement imaginé le formidable potentiel d’une caméra embarquée. Il est vrai que ces appareils apportent une dimension et un point de vue inédits à toutes choses ou activités. Et, au-delà de la prise de vues, ils permettent de prolonger l’observation et la découverte depuis le ciel.

Dans tous les cas, vous voici embarqué dans cette aventure : bonne lecture et bon vol !

Figure I-2. Un concentré de technologie, dernier-né de chez DJI, le Mavic Pro.

CHAPITRE 1

QUE PEUT-ON FILMER OU PHOTOGRAPHIER AVEC UN DRONE ?

Si vous avez choisi d'acheter un drone, si ce n'est pas déjà fait, c'est que vous avez sans doute déjà des idées de sujets à filmer et/ou à photographier. Mais après ? Existe-t-il d'autres choses à capturer ? Heureusement, oui ! Presque tout se prête à la prise de vues avec un drone, les seules limites étant le respect de la réglementation et votre créativité. Tous les loisirs et activités pratiqués en pleine nature (sports d'hiver et nautiques, activités de plein air, chasse et pêche, voyages et excursions à la découverte de sites remarquables, etc.) sont autant de sujets exploitables par un drone. Et pourquoi se limiter aux extérieurs si l'on se sent suffisamment habile pour faire voler son drone en intérieur ? Voici donc un petit aperçu en images de ce que l'on peut filmer ou photographier avec un drone.

Les activités sportives de plein air

Les activités sportives de plein air se prêtent parfaitement à la prise de vues avec un drone, les sujets étant souvent mobiles dans l'espace :

- planche à voile, voile, kitesurf, surf, paddle, beach-volley, char à voile, jet-ski, navigation de plaisance ;
- aviron, canoë-kayak, canyonisme, rafting, pêche ;
- course à pied, running, randonnée pédestre et équestre, trekking ;
- roller, quad, moto-cross, BMX, VTT ;
- ski alpin et de fond, snowboard, luge, raquette, motoneige, traîneau ;
- alpinisme, escalade…

Réglementation

Le survol de rassemblements de personnes sans leur consentement explicite est strictement interdit. Pour ne pas prendre de risques inutiles et vous mettre en infraction, prenez connaissance de la réglementation, détaillée au chapitre 8.

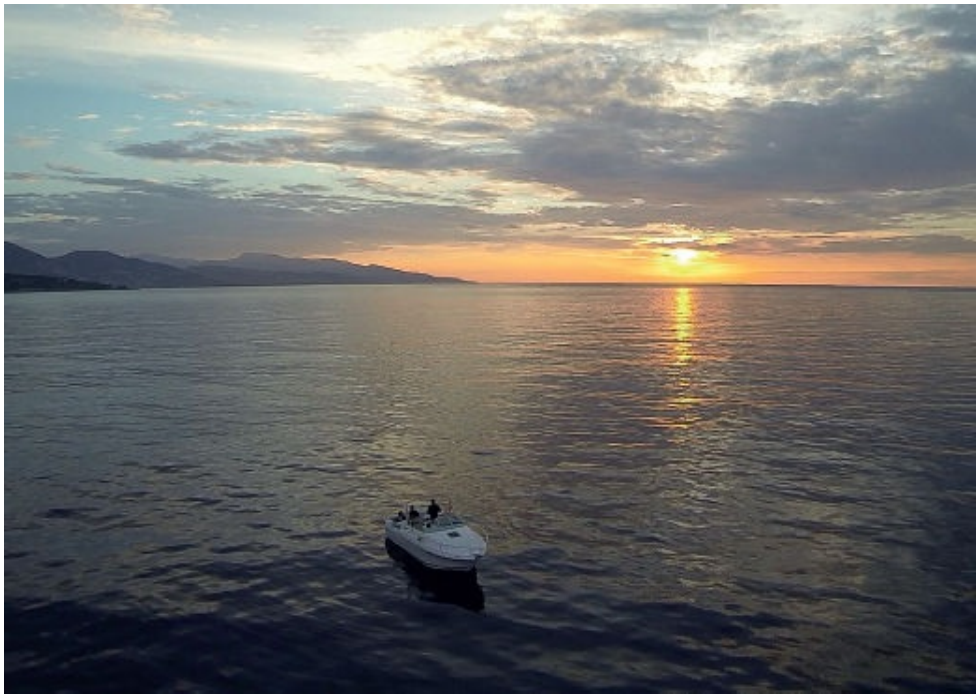


Figure 1-1. Novembre 2014, un superbe lever de soleil pour bien débuter notre promenade en mer. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Figure 1-2. Juillet 2016, la pêche de la carpe à la mouche dans l'immensité des lacs de l'Alentejo au Portugal. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

Figure 1-3. Le drone sert d'auxiliaire au pêcheur en allant vérifier si les poissons sont présents sur la zone. Ici, des carpes communes. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

Figure 1-4. Juin 2013, sur la piste de moto-cross pendant le tour de chauffe.

Anticiper la trajectoire du motard n’est pas si facile ! Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K. GoPro 3.

Figure 1-5. Juillet 2014, à cheval sur les pistes de l’arrière-pays niçois. L’objectif est de suivre et devancer la cavalière sans effrayer sa monture… Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K. GoPro 3.

Figure 1-6. Août 2015, au large de Beaulieu-sur-Mer. Un gros poisson donne du fil à retordre au pêcheur. Faites attention aux cannes, fils et tangons autour du bateau ! Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : GoPro Color, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Les beautés et curiosités de la nature

Si vous n'avez pas l'intention de filmer exclusivement vos exploits sportifs, la nature sera sans doute votre première source d'inspiration. La planète offre en effet une infinité de merveilles naturelles que le drone remet en perspective pour vous les montrer comme vous ne les avez jamais vues ou approchées :

- de la grandeur d'un panorama aux activités humaines qui laissent une empreinte dans la nature ;
- du lagon à l'arbre millénaire ;
- des rouleaux sur la plage aux cétacés du grand large ;
- des falaises aux gorges encaissées ;
- des glaciers aux geysers ;
- des cascades aux lacs et rivières ;
- des couleurs d'automne au blanc manteau neigeux.

Tout devient alors sujet à filmer ou à photographier tant l'exploration aérienne est enivrante. Surtout qu'il n'est pas nécessaire d'aller au bout du monde pour donner libre cours à votre expression filmique ou photographique. Tout à côté de chez vous, quelle que soit votre région, je suis sûr qu'il y aura matière à vous faire plaisir et que le drone sera prétexte à la redécouvrir si vous en doutiez.

Réglementation

Filmer dans la nature ne vous donne pas tous les droits sous prétexte que vous n'êtes pas dans une zone urbaine et que vous ne survolez pas des rassemblements de personnes. En effet, sachez que l'usage d'un drone dans les parcs naturels ou nationaux est interdit (ou, a minima, exige une autorisation). Pour ne pas vous mettre en infraction, prenez connaissance de la réglementation détaillée au chapitre 8.

Figure 1-7. Janvier 2014, pendant une croisière de rêve aux Maldives. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : WB 5 500K. GoPro 3.

Figure 1-8. Juin 2016, le paradis sur la plage de la Saleccia qui borde la région de Balagne en Corse. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

Figure 1-9. L’île de la Pietra, L’Île-Rousse en Corse avec son phare et sa tour génoise. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

Figure 1-10. Mai 2015, sur la côté sud de l’Islande. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : WB 5 500K, profil

couleur : GoPro Color, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 3+.

Figure 1-11. Mai 2015, en Islande. Survol d’un champ géothermique avec ses fumerolles, solfatares, marmites de boue bouillonnante et geysers. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : AWB, profil couleur : Flat, ISO limit : 1 600, netteté max. GoPro 3+.

Figure 1-12. Mai 2015, en Islande. La fonte des glaciers. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : AWB, profil couleur : Flat, ISO limit : 1 600, netteté max. GoPro 3+.

Figure 1-13. Mars 2015, l’Île d’or, massif de l’Estérel, dans le Var. La couleur chaude de la rhyolite et celle froide de la mer et du ciel se marient à merveille.

Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Figure 1-14. Juin 2014, un chasseur sous-marin au-dessus d’un haut-fond. La transparence de l’eau permet d’apercevoir le relief sous-marin plusieurs mètres sous la surface. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : GoPro Color, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 3+.

Figure 1-15. Septembre 2013, entre la Corse et le continent. Un rorqual fait surface sous le drone à l'affût. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 3+.

Figure 1-16. Mai 2015, en Islande, dans la baie d'Hùsavìk. Deux baleines à bosse font surface sous le drone à l'affût. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080,

60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 3+.

Figure 1-17. Mai 2015, en Islande. Dettifoss est une chute d'eau de 44 m de hauteur et 100 m de large, située sur le fleuve Jökulsá á Fjöllum. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

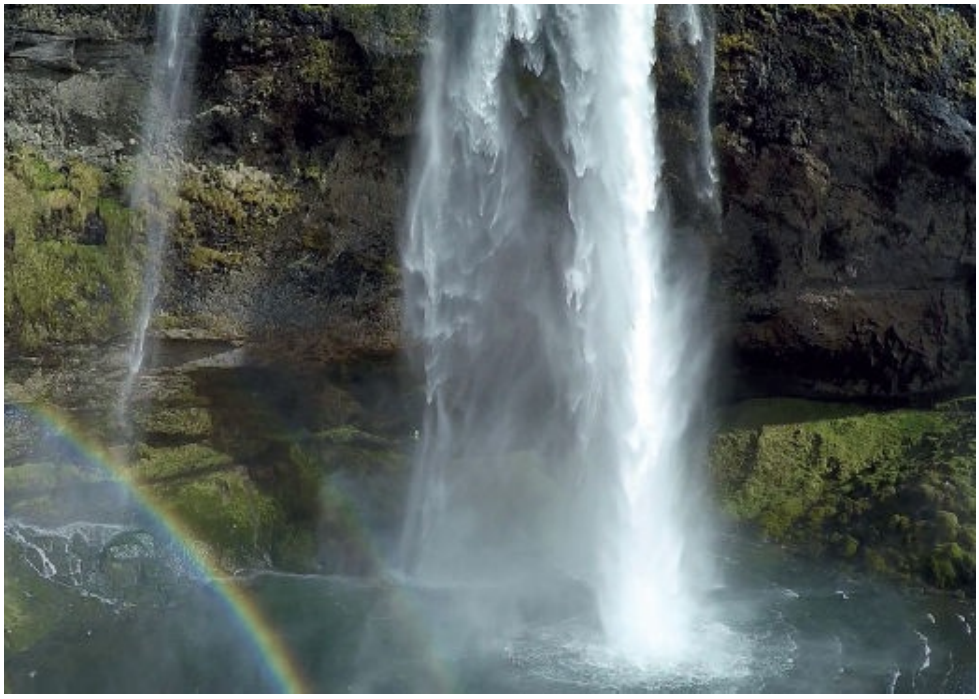


Figure 1-18. Mai 2015, en Islande. Gullfoss est une chute de 32 m située sur la rivière Hvítá. Son nom vient de l'arc-en-ciel que l'on peut voir au-dessus. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre ND. Protune : 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Figure 1-19. Mai 2015, en Islande, « follow me » en camping-car. Extrait d'une

vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Figure 1-20. Juin 2016, en Corse, à la pointe de Spano en face de Calvi, mouillage en eaux calmes. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

Figure 1-21. Juillet 2016, Portugal, un paysage typique de l’Alentejo avec ses milliers d’oliviers, de chênes verts et de chênes-liège. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

Le patrimoine historique et l’habitat

Filmer les maisons, demeures et châteaux est un grand classique pour les utilisateurs de drones. Par un mouvement d’enroulement, les volumes et les structures dévoilent ainsi tout leur caractère et leurs secrets.

Lorsque j’ai débuté avec mon premier quadricoptère, une des questions récurrentes de la part des gens curieux de voir voler cet engin – que l’on ne nommait pas encore drone – était de savoir si je pouvais filmer et photographier leur maison. J’ai compris que derrière cette demande anodine se cachait aussi la crainte d’être « espionné » depuis le ciel. Sur la Côte d’Azur en effet, les très belles demeures sont nombreuses et souvent bien dissimulées dans un écrin de verdure ou entourées de hauts murs d’enceinte. Seules celles situées en bord de mer se laissaient alors entrevoir depuis un bateau. Il devenait donc tentant, pour les voyeurs et pseudo-paparazzi, de survoler ces endroits avec un drone pour découvrir cet univers fantasmé abritant quelques-unes des grosses fortunes de la planète. Mais, finalement, ce procès d’intention s’est révélé exagéré. En réalité, les dronistes avec leur caméra volante ont d’autres projets plus intéressants que de pénétrer la vie secrète des habitants de ces propriétés. Ils ont juste envie de profiter du décor de rêve, des panoramiques et des travellings.

Réglementation

Il n’y a aucun mal à filmer ou photographier maisons, demeures et châteaux, mais gardez à l’esprit qu’une autorisation préalable est souvent nécessaire. Qu’il s’agisse de biens publics ou privés, on vous accordera plus facilement cette autorisation si vous avez pris soin de la demander auparavant auprès du responsable ou du propriétaire.

Figure 1-22. Mars 2016, à 9 h 30, à Cap-d'Ail. Une belle demeure parmi d'autres, bordée d'une pelouse et d'une piscine, surplombe la Méditerranée. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Figure 1-23. Novembre 2016, en bateau sur le lac de Côme, à la découverte des magnifiques propriétés qui jalonnent ses berges. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

LES PARCS ET JARDINS

Vous aimez peut-être vous promener ou flâner dans les parcs et jardins, un décor apaisant pour prendre du recul et de la hauteur. Vus d'en haut, ces lieux dévoilent leur face cachée, la géométrie imaginée par les paysagistes… Les

allées sont autant de voies de navigation pour s'élever et redescendre, pour réaliser des travellings et des vues plongeantes.

Figure 1-24. Janvier 2017, jardins en restanque sur la Côte d'Azur. Diaph. : 2,8, vitesse : 1/640, ISO : 100, WB : auto. Phantom 4.

Figures 1-25. Janvier 2014, 10 h. Le jardin exotique de Monaco, planté de mille cactées, s'accroche au rocher. Il suffit de s'élever de quelques mètres pour découvrir une vue vertigineuse du port et du palais princier en contrebas. Cette vidéo a été tournée avec l'autorisation de la mairie de Monaco et du Centre de presse. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, FOV : Medium. Protune : WB 5 500K. GoPro 3.

LES PAYSAGES URBAINS ET VILLAGES PERCHÉS

Vus du ciel, les paysages urbains offrent une tout autre perspective que celle que nous connaissons en tant que piétons. Ceci est aussi vrai pour les villages que pour les grandes agglomérations, pour les cités chargées d'histoire comme pour les villes nouvelles, sans oublier les sites archéologiques. Et nul besoin de survoler les zones habitées pour enregistrer de belles images. N'oubliez pas que c'est même d'ailleurs formellement interdit !

Comment faire alors ? Vous êtes limité à la ceinture des petites et moyennes agglomérations pour ne pas être obligé de voler très haut. En vous en écartant de quelques dizaines de mètres, à moins de 50 m de hauteur, vous embrasserez votre sujet d'un panoramique magistral (plus la zone à photographier est étendue, plus vous vous élèverez). Les villages perchés sont très photogéniques. C'est là l'occasion de réaliser des panoramiques, des travellings et des dronies.

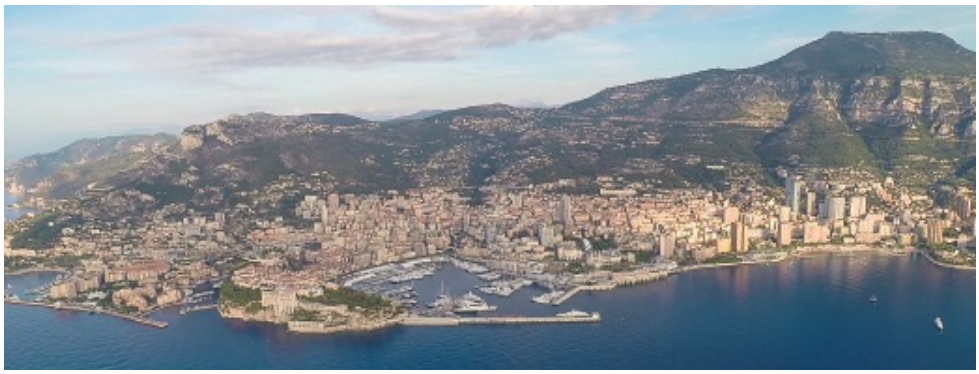


Figure 1-26. Septembre 2014, 11 h 30, à Monaco. Une ville et un pays à la fois, où l'urbanisme se développe verticalement face au soleil. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : WB 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Figure 1-27. Septembre 2015, 8 h 30, à Riomaggiore. Vue de l'un des cinq villages de Cinque Terre en Italie, classé au patrimoine mondial de l'Unesco. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : WB 5 500K, profil couleur : Flat, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Figure 1-28. Novembre 2016, Varenna sur le lac de Côme, avec sa basilique à

trois nefs du XIVe siècle. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

Figure 1-29. Décembre 2016, lever de soleil sur le Suquet, cette colline qui fut le berceau de la ville de Cannes. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

LES MONUMENTS, RUINES ET AUTRES SITES

De la ville à l'édifice et aux monuments, il n'y a qu'un pas. Malheureusement (ou heureusement, selon le point de vue !), il n'est pas autorisé de faire voler votre drone en ville (en zone peuplée, plus précisément) pour des raisons de sécurité. À part quelques édifices en rase campagne ou sur des demeures privées avec l'autorisation de ses propriétaires, vous n'aurez guère d'opportunités pour exercer vos talents.

Les gros bâtiments et les sites industriels désaffectés, les ruines et les vestiges, les carrières ouvertes, les châteaux, les églises, les monuments, etc., sont des sujets intéressants à exploiter avec un drone. Travellings, panoramiques, vues plongeantes, dronies, il n'y a pas de limite !

Figure 1-30. Décembre 2015, 15 h 30, à Thorenc dans les Alpes-Maritimes. Survol des vestiges du château des Templiers, propres à faire rêver les amateurs d'histoire et de merveilleux. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : WB 5 500K, profil couleur : GoPro Color, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 4.

Figure 1-31. Juillet 2016, les vestiges d'édifices religieux sont nombreux dans cette région du Portugal. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, filtre : ND, 5 500 K, profil couleur : aucun, ISO : 100. Phantom 3.

Figure 1-32. Août 2014, à 15 h. Vol au-dessus des ruines d’une caserne italienne, sous le col de la Loubarde, Isola 2000. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 50 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : WB 5 500K, profil couleur : GoPro Color, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 3+.

Figure 1-33. Décembre 2014, à 12 h, en Haute-Marne. Survol d’une église de campagne et son cimetière. Extrait d’une vidéo 1 920 × 1 080, 25 i/s, FOV : Medium, filtre : ND. Protune : WB 5 500K, profil couleur : GoPro Color, ISO limit : 400, netteté max. GoPro 3+.

EN INTÉRIEUR

Filmer et photographier en intérieur est une autre possibilité. Vous n'êtes alors plus soumis aux règles de l'espace aérien. Il vous suffit d'obtenir l'autorisation du propriétaire, et d'avoir un minimum de confiance en vos capacités de pilote et une bonne assurance ! On ne sait jamais, un incident est toujours envisageable, alors prenez garde à la casse… Maisons, appartements, musées, lieux de culte, usines, magasins, entrepôts, salles de spectacle et de sport, etc., sont autant de terrains de jeu.

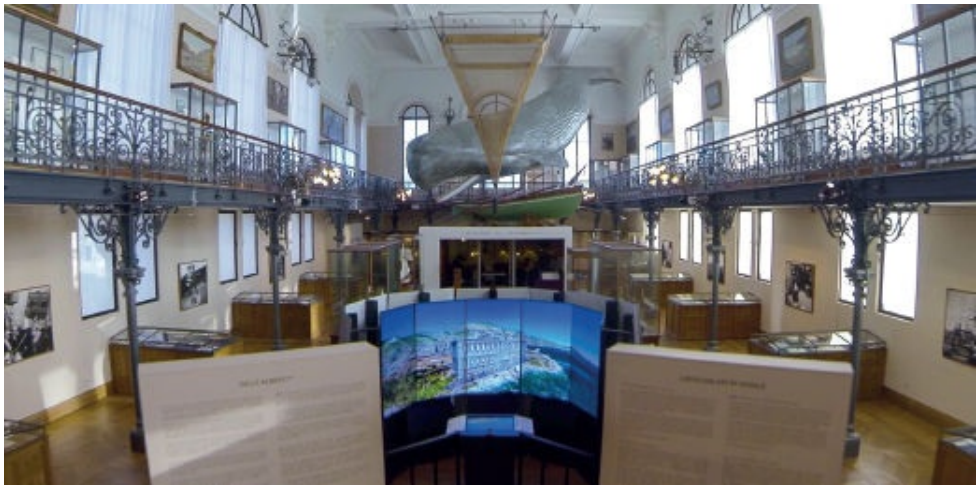


Figure 1-34. Février 2014, deux heures avant l'ouverture au public, dans le musée océanographique de Monaco. Tout s'est bien passé dans cette immense salle de la longueur d'un terrain de foot. Les baleines et cachalots se sont laissé filmer sans crainte, malgré le bruit des rotors et le déplacement d'air. Ils n'avaient jamais vu ça depuis qu'ils reposent dans ce sanctuaire ! Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 60 i/s, FOV : Medium. Protune : AWB, ISO limit : 1 600, couleur : Neutre. GoPro 4.

Voler en intérieur suppose que vous soyez à l'aise sans l'assistance du GPS car il est difficile, voire impossible, d'y accrocher un nombre de satellites suffisant. Plus l'espace est restreint, moins vous avez le droit à l'erreur. Avec la présence de sonars qui équipent les nouveaux drones, le maintien de l'altitude est facilité et l'évitement d'obstacles opérationnel grâce au système de détection infrarouge.

Figure 1-35. La maîtrise du drone sans assistance GPS est indispensable pour voler en intérieur et circuler entre les obstacles. Ici, des squelettes de mammifères marins suspendus au plafond par des câbles (mêmes paramètres vidéo que la figure 1-27).

LES GROTTES

Si, en tant qu'amateur, il est difficile pour vous d'obtenir une autorisation pour voler à l'intérieur d'une cathédrale, qu'à cela ne tienne ! Vous avez peut-être à proximité de chez vous une grotte, véritable « cathédrale » souterraine.

Figure 1-36. Février 2014, dans la grotte de l'observatoire à la base de la falaise du jardin exotique de Monaco. La cavité à 100 m d'altitude s'enfonce pratiquement jusqu'au niveau de la mer. C'est une succession de cavernes, ornées de stalactites, stalagmites, draperies et colonnes… Grâce à l'éclairage, nous avons pu filmer. Extrait d'une vidéo 1 920 × 1 080, 30 i/s, FOV : Medium. Protune : AWB, ISO limit : 1 600, couleur : Neutre. GoPro 3+.

CHAPITRE 2

QUEL DRONE CHOISIR POUR LA PRISE DE VUES ?

Entre 2012 et 2017, l'offre de drones réduite à sa plus simple expression est devenue presque pléthorique. Lorsque j'ai débuté en 2011, dans le but de réaliser des prises de vues, j'avais le choix entre deux électroniques de vol pouvant m'assurer une réelle stabilité et quelques châssis éprouvés sur lesquels il fallait monter soi-même tous les éléments (moteurs, contrôleurs, récepteur, etc.). Depuis, le nombre de cartes de vol s'est multiplié. Elles équipent aujourd'hui des dizaines de modèles différents prêts à voler une fois la batterie chargée. Les caméras intégrées rivalisent avec les meilleures caméras grand-public. Quel progrès !

La question qui se pose à présent à l'amateur qui souhaite filmer ou photographier est quel modèle acheter. Pour ne pas vous tromper, il est important de connaître au préalable le matériel.

Figure 2-1. Dans la gamme DJI, quel modèle choisir ? Le Mavic, le Phantom ou l'Inspire ?

Le matériel

Un drone est composé d'une structure sur laquelle sont disposés des éléments mécaniques et électroniques commandés par un programme répondant aux ordres du pilote.

LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU DRONE

Un drone est un châssis multiforme avec 3, 4, 6 ou 8 bras. Chacun est surmonté d'un ou deux moteurs répondant aux ordres de votre système de radiocommande à travers un contrôleur (ou carte) de vol qui analyse en temps réel les mesures des capteurs embarqués (gyroscopes, baromètres, accéléromètres, magnétomètres). Il calcule ainsi la vitesse de rotation idéale pour chacune des hélices. Tous les drones fonctionnent sur le même principe.

Le choix et l'assemblage des différents éléments font partie du plaisir de cette activité, à condition d'aimer mettre les mains dans la soudure. Si ce n'est pas votre cas, ce n'est pas un problème puisque, aujourd'hui, on trouve sur le marché une offre variée d'appareils prêts à voler au sortir de leur boîte, pour la prise de vues ou pour l'observation en immersion FPV *(First Person View)*, mais aussi pour le drone racing.

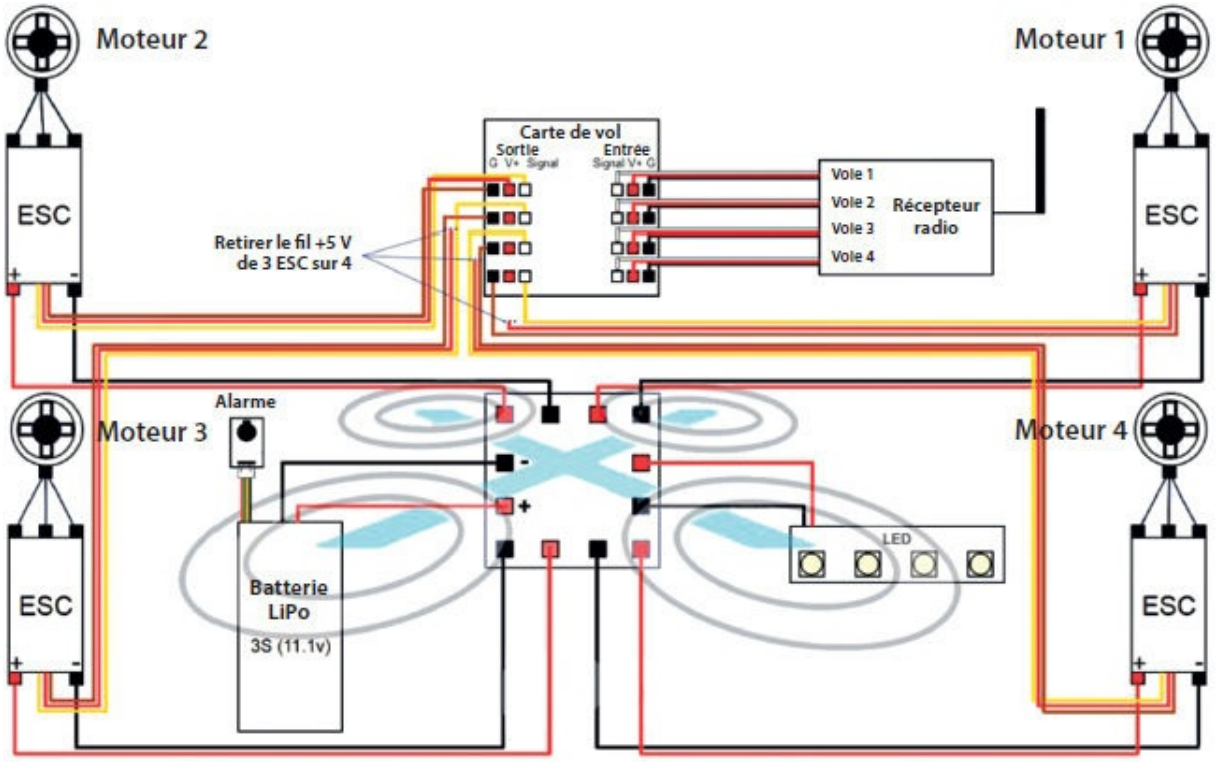


Figure 2-2. Les éléments de base d'un quadricoptère.

La carte de vol et les ESC

La carte de vol est le cerveau du drone. La première ébauche de programme de stabilisation de vol fut mise au point au début des années 2000 par des passionnés d'aéromodélisme sur une plate-forme de développement Arduino basée sur le microprocesseur Atmega 168. Au même moment, d'autres personnes se sont emparées de la technologie des manettes de jeu Wii de Nintendo qui embarquaient des gyroscopes et des accéléromètres. Ce développement collaboratif a ainsi donné naissance à la première carte contrôleur de vol utilisable sur les multicoptères, ce qui nécessitait de solides connaissances en programmation informatique. À partir de ces plates-formes, d'autres contrôleurs ont été développés : CC3D, Naze32, APM, KK, MikroKopter, Naza, etc.

Figure 2-3. De gauche à droite et de haut en bas : la carte KK 2.1.5 avec écran LED pour le paramétrage, la carte Naze32 paramétrable avec une application Android sur smartphone et PC, les cartes Pixhawk et Naza-M V2 dans leur boîtier de protection, paramétrables avec une application mobile Android et IOS.

Les microprocesseurs de ces cartes intègrent cinq types de capteurs.

- Le **gyroscope** mesure la position angulaire sur les trois axes : tangage *(pitch)*, roulis *(roll)* et lacet *(yaw)*. Le gyromètre est, quant à lui, un capteur de mouvement. Il fournit une information de vitesse angulaire par rapport à un référentiel inertiel (c'est-à-dire fixe vis-à-vis des étoiles). La distinction est parfois subtile, car un même appareil peut fonctionner en gyroscope ou gyromètre.
- L'**accéléromètre** mesure l'accélération linéaire sur les trois axes orthogonaux, donc la vitesse.
- Le **magnétomètre** mesure la direction d'un champ magnétique et donc les changements de cap.
- Le **baromètre** mesure le changement de pression atmosphérique, donc les changements d'altitude.

- Le **GPS** mesure la position en longitude et en latitude pour conserver une position ou acquérir un *waypoint* (point de la route à atteindre où doit avoir lieu un changement de cap).

Les instructions qui sortent de la carte de vol passent par les ESC (*Electric Speed Control*, ou contrôleur de vitesse) pour être transmises aux moteurs. L'ESC est un circuit électronique qui gère la vitesse de rotation du moteur électrique en fournissant le courant maximal qu'il peut consommer à la bonne tension. L'ESC doit donc pouvoir encaisser le nombre d'ampères réclamé par le moteur. Selon la puissance de ce dernier, on utilise des ESC de 10, 12, 18, 20, 30 ampères ou plus. Plus l'ESC est capable de transmettre rapidement les ordres, plus le drone est réactif. Sur les terrains de vol où se déroulent les courses de drones, vous entendrez parler de SimonK, BLHeli ou Kiss, des firmwares qui améliorent la réactivité de l'ESC.

Figure 2-4. Les ESC se distinguent par l'intensité maximale, la plage de tension, la présence d'un BEC ou pas. On trouve des modèles 4 en 1 pour quadri.

Il existe deux sortes d'ESC, qui sont difficiles à distinguer à l'œil nu sauf à bien lire les spécifications produit : l'ESC BEC (ou ESC UBEC) et l'ESC OPTO. Le choix de l'un ou l'autre déterminera le circuit d'alimentation du drone. C'est pourquoi, avant l'achat, il convient de bien vérifier de quel type d'ESC il s'agit.

Quelle est la différence entre les deux ? Un ESC BEC, en plus de sa fonction de base, intègre un circuit électronique qui sert à redresser la tension délivrée par la batterie à un niveau admissible pour alimenter la carte de vol (par exemple,

pour passer des 12 volts de la batterie aux 5 volts de la carte de vol). Un ESC OPTO, quant à lui, n'a pas de BEC et il ne peut donc pas alimenter directement la carte de vol. Il nécessite impérativement l'ajout d'un UBEC pour redresser la tension entre la batterie et la carte de vol.

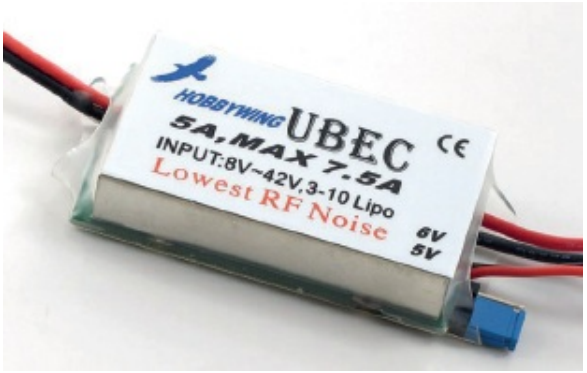


Figure 2-5. Cet UBEC redresse la tension d'une batterie de 8 à 42 V (jusqu'à 10S) à 5 ou 6 V. À utiliser avec des ESC OPTO.

ESC OPTO ou ESC BEC ?

On a tendance à privilégier l'ESC OPTO (donc sans BEC) pour deux raisons. Il est moins cher et, en cas de panne, il ne prive pas la carte de vol de son alimentation, indispensable à son fonctionnement. Les autres ESC continueront à recevoir les ordres de la carte de vol pour compenser la perte du moteur asservi par l'ESC hors service. Cet argument n'est valable que pour les multirotors à six moteurs ou plus. La panne d'un moteur ou d'un ESC sur un quadri entraîne automatiquement et immédiatement un crash, alors qu'un hexacoptère ou un octocoptère pourront atterrir sans trop de dommages.

Le couple moteur/hélice

En fonction du style de vol que vous souhaitez (nerveux, accrobatique ou lent et souple), l'assemblage optimal de ces deux éléments n'est pas le plus simple à réaliser. Il détermine entre autres le rapport traction/masse, la poussée en g/watt et la durée de vol (en fonction de la capacité de la batterie). On ne montera pas les mêmes moteurs et les mêmes hélices sur un racer et sur un slow fly. Le premier doit pouvoir voler très vite, être nerveux, tandis qu'il faut que le second plane lentement, tout en étant très stable avec une durée de vol maximale.

À moins de vouloir construire vous-même votre drone, vous n'avez pas à vous poser la question de l'optimisation de la motorisation, puisque le fabricant a

effectué ces calculs pour vous procurer la meilleure expérience de vol possible en maximisant l'autonomie. En revanche, si vous souhaitez construire votre drone ou mieux comprendre ses performances et ses comportements en vol, voilà des notions à approfondir et des tests à effectuer en réel.

Les moteurs

Un moteur brushless se caractérise par plusieurs valeurs :

- le kV est le nombre de tours/minute par volt (tr/m/V) ;
- la poussée est exprimée en grammes × nombre de moteurs. Elle doit être supérieure au poids total du drone pour le faire décoller ;
- le voltage est le nombre maximal de volts supporté par le moteur, de 3S à 6S ;
- l'intensité est la consommation en ampères, généralement exprimée à pleine charge ;
- ses dimensions (diamètre et hauteur du stator) et son poids.

Figure 2-6. Un moteur DJI 2312 (57 g) de 960 kV fournissant une poussée de 800 g et monté avec une hélice 9,4" × 5" (24 cm de longueur et 13 cm de pas).

Attention à la puissance

Une poussée au moins deux fois supérieure au poids du drone rend l'appareil docile aux ordres. Plus il est lourd, plus il demande de la puissance pour effectuer des corrections. Cette puissance doit être disponible à tout moment pour y faire face. Dans le cas contraire, on se retrouvera en difficulté pour freiner court ou contrer la force du vent. Sachez que les données constructeur sont souvent optimistes sur la puissance du moteur. Tenez-en compte !

Tout serait plus simple si l'on n'avait à se préoccuper que des moteurs. Mais voilà, la poussée totale fournie et le rendement de la motorisation dépendent aussi des hélices.

Les hélices

Les hélices des drones existent dans différents matériaux – la qualité de fabrication se retrouve dans le prix :

- en plastique, elles ont l'avantage d'être légères, souples et d'un prix raisonnable, mais elles sont aussi plus fragiles ;
- en plastique renforcé au carbone, elles sont d'un bon rapport qualité/prix. Elles s'avèrent être un bon compromis entre plastique et fibre de carbone ;
- en bois de hêtre, elles sont plus rigides et plus légères que les hélices classiques en plastique ;
- en fibre de carbone, elles sont plus résistantes, plus légères, plus rigides, mais aussi plus chères.

Figure 2-7. Des hélices de différentes matières.

Avant la première utilisation, il est important de vérifier le bon équilibrage de chaque hélice. Mal équilibrée, elle génère en effet des vibrations qui ne font pas bon ménage avec la caméra vidéo. Sur le Web, vous trouverez des tutoriels pour apprendre à équilibrer soi-même les hélices : c'est facile et cela contribue à améliorer grandement le comportement en vol de la machine. Vérifiez également qu'une hélice n'est pas endommagée, car elle crée alors également des vibrations pouvant entraîner un crash. Mieux vaut changer une hélice que de crasher un drone muni de sa caméra !

Les hélices se distinguent par leur sens de rotation : horaire (*clockwise*, CW) ou antihoraire (*counter clockwise*, CCW). Apprenez à les différencier pour ne pas les monter à contresens sur le moteur. Sinon, au décollage, le drone se retournerait immédiatement. Un multicoptère fonctionne avec *n* paires d'hélices CW + CCW.

Figure 2-8. Deux paires d’hélices CW et CCW.

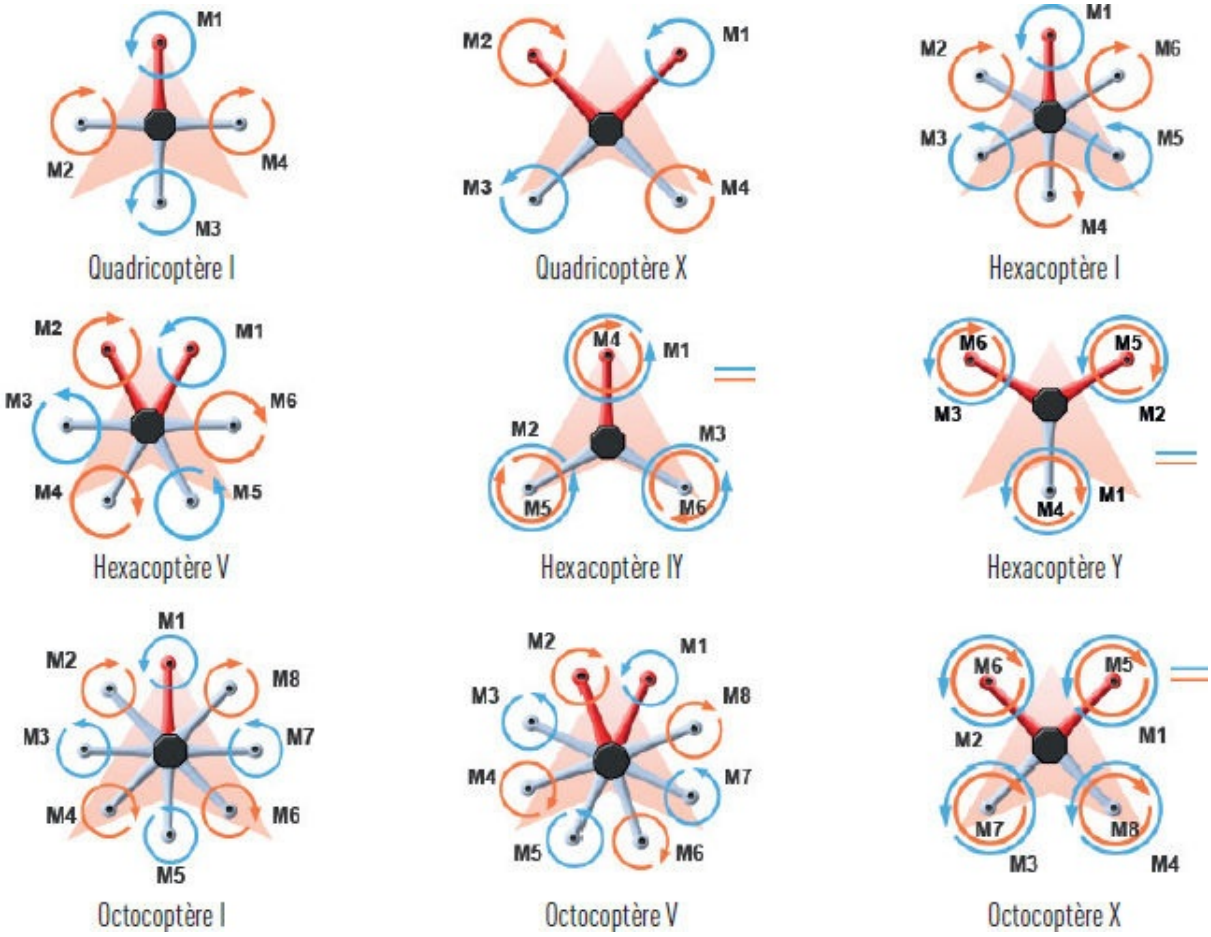


Figure 2-9. Différentes configurations possibles de multirotors.

Les hélices, qui ne sont que des ailes tournantes, se définissent par deux valeurs exprimées en pouces. La première est leur longueur (8, 9, 10, 11, 12, 13, etc.) et la seconde indique leur pas (3,7, 4,3, 4,5, 5, etc.). Le pas géométrique est la distance théorique parcourue par l’hélice en réalisant une rotation, comme une

vis dans du métal. Ces informations déterminent la traction nécessaire pour que le drone décolle et vole. Plus l'hélice est grande, plus la portance est importante. Pour brasser la même surface d'air, selon la formule ($\Pi \times R^2$), une hélice de 10 pouces doit tourner deux fois plus vite qu'une hélice de 14 pouces.

On détermine la taille et le pas de l'hélice en fonction de la traction nécessaire en regard du kV des moteurs et du style de vol recherché. Un grand diamètre associé à un faible pas favorise la traction alors qu'un petit diamètre avec un pas élevé convient mieux pour la vitesse. Ceci explique pourquoi un drone spécialisé sera toujours plus performant qu'un drone polyvalent.

L'efficacité d'une hélice se mesure en grammes de poussée par watt de puissance consommé. Plus ce nombre est élevé, plus l'hélice est efficace. Par exemple, 8,5 g/W est considéré comme un bon ratio.

On augmentera donc le pas en fonction de la vitesse de vol que l'on veut atteindre. Pour un quadri, on a souvent du 4,5 pouces et il est possible de descendre à 3,5 ou monter jusqu'à 6.

Pour résumer

- Une grande hélice confère une meilleure portance et permet donc un vol stable, mais elle nécessite plus de puissance pour faire un tour.
- Une petite hélice confère moins de portance et conduit donc à des vols moins stables, mais elle demande aussi moins de puissance pour faire un tour.
- On peut monter jusqu'à 9,5 pouces sur un drone de 33 cm et jusqu'à 12 pouces sur un drone de 45 cm. Le choix de la taille du pas géométrique est fonction de la vitesse que l'on veut atteindre. Pour un quadricoptère, le pas moyen est de 4,5 pouces.
- Avec un kV important et une grande hélice, le moteur risque de chauffer jusqu'à la panne.
- Un kV important et une petite hélice sont parfaits pour la course et l'acrobatie.
- Un kV faible et une grande hélice permettent de filmer avec une grande autonomie.
- Un kV faible et une petite hélice ne fournissent pas assez de portance

pour décoller ou voler convenablement.

Le tableau suivant récapitule les valeurs théoriques communément admises pour associer hélices et moteurs d'un quadricoptère de classe 450 en fonction du type de vol envisagé, le vol stable étant celui qui convient aux prises de vues.

Tableau 2-1. Correspondances motorisation/type de vol.

LIPO 3S (11,2 V-12,6 V)	VOL NERVEUX	VOL POLYVALENT	VOL STABLE
HÉLICE (LONGUEUR EN POUCES)	8	8-10	10-11
PAS GÉOMÉTRIQUE (EN POUCES)	4-4,5	4,5-5	5
RPM OU TR/MIN MAX.	10 000-12 000+	8 000-10 000	< 8 000
KV	1 100-1 400	900-1 100	700-900

La batterie

Les drones fonctionnent avec des batteries lithium polymère (LiPo) qui offrent un bon rapport capacité/poids. Elles ont un taux d'autodécharge faible d'environ 10 % par mois, ce qui permet d'avoir des batteries rechargées toujours prêtes à l'emploi. Leur prix relativement élevé n'est malheureusement pas toujours en rapport avec leur durée de vie, qui se calcule en cycles de charge. Elles supportent une centaine de cycles dans le meilleur des cas, avant la mise au rebut. Si vous volez tous les jours, en trois mois, considérez que votre batterie sera bonne à changer.

Figure 2-10. La batterie intelligente du Phantom et une batterie classique Zippy Compact. D'autres marques existent comme Turnigy, Gens Ace, Kypom, Tattu, etc.

Examinons un peu les spécifications d'une batterie LiPo.

La tension de la batterie dépend du nombre de cellules qui la composent. Chaque cellule a une tension de 4,2 V lorsqu'elle est chargée au maximum, mais en réalité, elle ne délivre que 3,7 V en utilisation. Si vous multipliez cette tension nominale par le kV de votre moteur, vous obtenez le RPM, c'est-à-dire le nombre de tours par minute. Le différentiel de tension entre chaque cellule ne doit pas excéder 0,10 V pour ne pas nuire aux performances de la batterie. L'OSD *(On Screen Display)* affiche dans vos lunettes ou sur votre écran la tension maximale qui décroît au fur et à mesure du vol.

Tableau 2-2. Correspondances nombre de cellules/voltage.

NOMBRE DE CELLULES	TENSION NOMINALE	TENSION MAXIMALE
1S	3,7 V	4,2 V
2S	7,4 V	8,4 V
3S	11,1 V	12,6 V
4S	14,8 V	16,8 V
5S	18,5 V	21,0 V
6S	22,2 V	25,2 V

Les spécifications d'une batterie précisent les informations suivantes :

- la capacité maximale, par exemple 4 500 mAh ;
- le voltage, exprimé par le nombre de cellules de 3,7 V, par exemple 4S = 12,6 V ;
- le taux de décharge, par exemple 35C constant ou 45C en pointe ;
- le poids en grammes, incluant prises et câbles ;
- les dimensions : 158 × 45 × 53 mm ;
- la prise d'équilibrage : JST-XH ;
- le connecteur d'alimentation : XT60, EC5, etc.

La capacité des piles et batteries est exprimée en ampère-heure. Par exemple, 4 500 mAh sont l'équivalent de 4,5 Ah. Ce qui signifie que la batterie est capable de fournir cette quantité de courant pendant 1 heure ou le double pendant une demi-heure ou encore la moitié pendant 2 heures.

Le C inscrit après le nombre d'ampères-heure est le taux de décharge maximal instantané que la batterie peut supporter. Le nombre 35C signifie qu'elle peut fournir en instantané 35 fois sa capacité, soit ici 35 × 4 500 mAh, soit 157,5 ampères. Cette quantité ne pourra être possible que pendant un très court laps de temps, à savoir 60 minutes divisées par 35, soit 1 minute et 40 secondes, avant de se vider.

Cette mesure ne doit pas être confondue avec le taux de charge C, qui exprime la limite maximale à ne pas dépasser pour charger la batterie. Par exemple, 2C, dans le cas de notre batterie 4 500 mAh, charge les 4,5 A en une demi-heure, au lieu d'une heure en 1C, qui est la caractéristique standard de la plupart des batteries utilisées avec nos drones.

Les batteries s'entretiennent comme le reste du matériel (voir chapitre 8).

En pratique

Les taux de décharge instantanée annoncés par les constructeurs sont souvent optimistes. Tenez-en compte pour épargner votre batterie et ne pas raccourcir inutilement sa durée de vie.

Mesurez la tension en fin de vol, cellule par cellule, pour détecter la défaillance éventuelle de l'une d'entre elles. Chargez la batterie avec un chargeur équilibreur pour LiPo et vérifiez en fin de charge l'état de tension à vide, qui doit être de 4,2 V par cellule.

Ne descendez jamais en dessous de 3,7 V par cellule au risque d'endommager à jamais votre batterie. Si elle est gonflée, c'est signe qu'elle est fatiguée, et ceci est irréversible. Elle peut alors vous lâcher à tout moment !

Sachez que les LiPo n'aiment pas les basses températures. Leurs performances et leurs durées de vol s'en ressentent alors tout de suite. Il est donc conseillé de les conserver à l'abri jusqu'au moment du vol. La batterie du Phantom est relativement protégée à l'intérieur du châssis.

Attention, le lithium des batteries est hautement inflammable. C'est pourquoi il est prudent, pour ne pas dire obligatoire, de les transporter dans une caisse ou une poche ignifugée, et de les charger sous surveillance, si possible à l'extérieur.

La liaison radio

La radiocommande (Tx) sert à envoyer ses ordres au récepteur (Rx) qui se trouve à bord du multicoptère. Cette liaison sans fil s'effectue sur la bande de fréquences 2,4 GHz ≤ 100 mW.

La liste des marques de radios d'aéromodélisme est assez réduite. Les noms historiques bénéficient d'une bonne réputation et les nouveaux venus séduisent de plus en plus de modélistes par leur prix et les fonctions programmables qu'ils proposent. Parallèlement, les constructeurs de drones fournissent avec leurs machines des radios spécifiques qui n'ont plus rien à envier aux marques traditionnelles. De toute façon, si vous n'avez pas encore de drone ni de radio, la question du choix de cette dernière ne se posera pas puisqu'elle sera livrée appairée et calibrée dans la boîte avec l'appareil.

Figure 2-11. Une radio classique de marque Hitec avec son récepteur.

Le nombre de voies *(channels)* d'une radio est important puisqu'il vous permet d'affecter au drone une quantité proportionnelle de fonctions.

Deux manches *(sticks)* pour les quatre commandes de base qui sont : gaz/*throttle*, aileron/roulis/*roll*, profondeur/tangage/*elevator*/*pitch* et

direction/lacet/*yaw*/*rudder*.

Les interrupteurs à deux ou trois positions *(switchs)*, les sliders, les potentiomètres ou molettes (pour piloter les nacelles), ainsi que les trims complètent le dispositif de commande au-delà des 7 ou 8 voies minimales requises pour exploiter un drone spécialisé pour la photo ou la vidéo.

Les radios vendues en Europe proposent généralement les modes 1 et 2. Ce paramètre système est modifiable à travers le menu de votre radio ou de l'application RC Assistant, en branchant celle-ci à votre ordinateur via le port USB. Mais quel mode choisir lorsqu'on débute sachant que l'on n'en changera plus une fois l'apprentissage et les automatismes acquis dans un mode donné ?

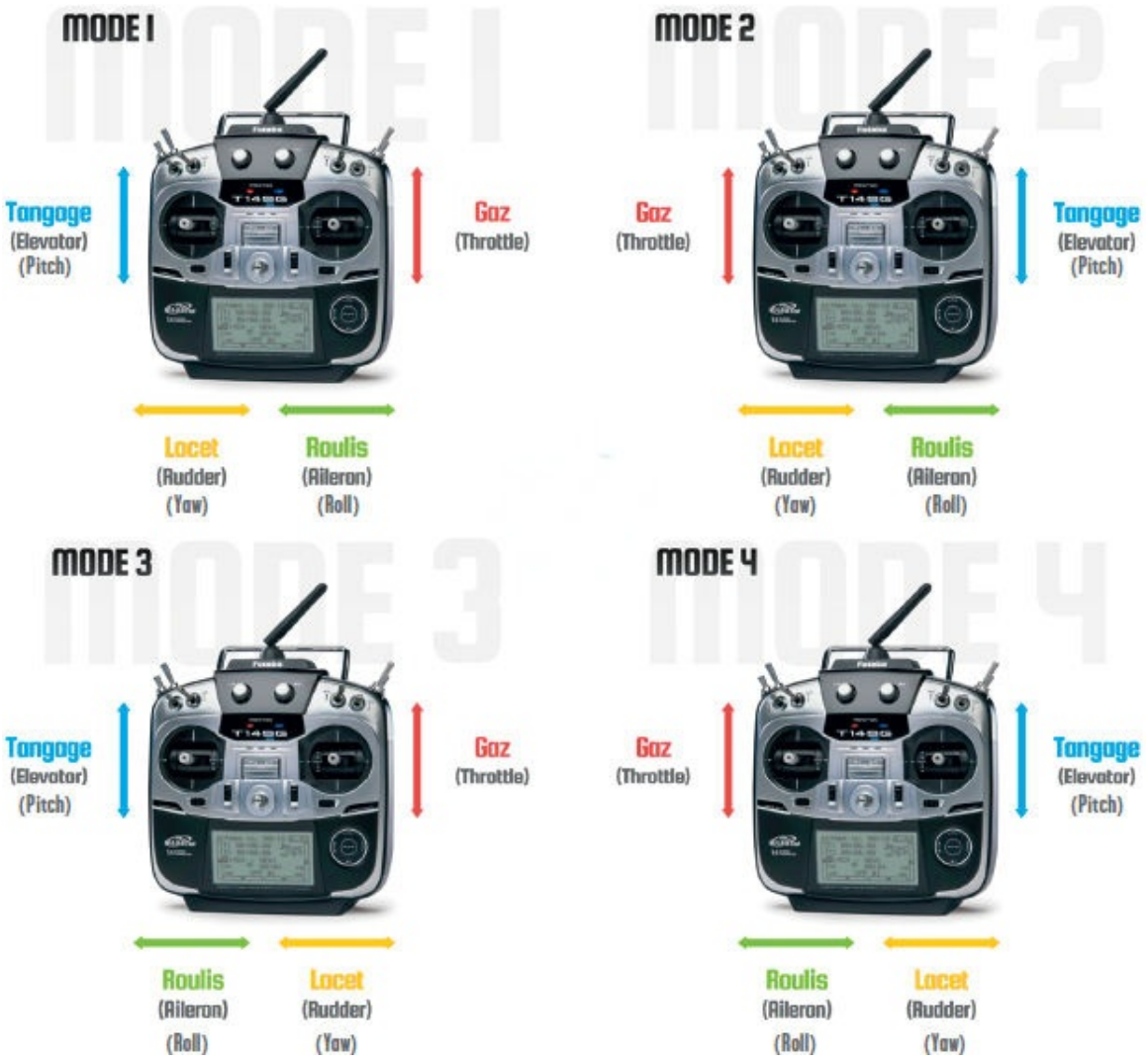


Figure 2-12. Illustration des quatre modes de commande (source : Drony.fr).

Si vous n’êtes pas entouré de dronistes pour vous accompagner dans votre apprentissage, je dirais que vous pouvez tester les modes 1 et 2 sur le simulateur pour ressentir celui qui vous paraît le plus intuitif. Si vous fréquentez déjà des dronistes, appuyez-vous sur leur expérience avant de vous décider pour un mode ou l’autre.

Avant d’effectuer votre premier vol, vous devrez appairer, ou « binder » dans le jargon du modéliste (*to bind* signifie « relier »), le récepteur à la radio. Des récepteurs de même technologie peuvent être appairés sur une seule et même radio.

Mode 1 ou mode 2 ?

J’ai débuté dans un club de la FFAM (Fédération française d’aéromodélisme). La grande majorité de ses pratiquants volaient en mode 1. J’ai donc opté pour ce mode, car il me permettait d’être assisté et « écolé ». Mais j’ai toujours pensé que pour un droitier, le mode 2 était plus intuitif pour piloter un drone (profondeur et aileron à droite, gaz et direction à gauche).

Figure 2-13. Des radios et des récepteurs de marques différentes et compatibles.

Pour aller plus loin

Les constructeurs ont développé leur technologie spécifique pour faire communiquer l'émetteur et le récepteur de sorte que le choix d'une marque vous enferme dans une technologie, par exemple : Futaba avec ses protocoles de communication FASST et FHSS, Graupner avec HoTT, Horizon Hobby Spektrum avec DSM2/DSMX, FR-Sky avec ACSST, Walkera avec DSSS, Hitec avec AFHSS, JR avec DMSS. C'est pourquoi le choix de la marque de radio est important si vous voulez qu'elle vous suive avec votre 2e ou 3e drone, ou avec tout autre modèle radiocommandé comme les avions, les hélicoptères, les voitures, les bateaux, etc.

Il est possible de mémoriser plusieurs aéromodèles sur ces radios contrairement à celles fournies en pack avec le drone, qui communiquent avec un seul modèle. Quelques fabricants proposent des modules ou des récepteurs compatibles avec d'autres protocoles. Le module Spektrum DSM2 Airmod communique avec les radios Futaba FHSS. FrSky fabrique des récepteurs pour Futaba et Spektrum, et OrangeRX des récepteurs pour DSMX/DSM2 et DSSM.

Le système de liaison vidéo

En abordant cette section consacrée au retour de l'image, nous sommes au centre de notre préoccupation. La qualité de la transmission est en effet essentielle pour nous permettre de nous consacrer pleinement à la photo et à la vidéo.

Le drone embarque une caméra. Je précise que l'on appellera caméra, par souci de simplification, tout appareil qui filme et/ou photographie. Cette caméra est reliée à un émetteur vidéo (Vtx) qui transmet les images par une liaison radiofréquence à un récepteur (Vrx). Le flux d'images est alors restitué sur un écran au sol ou dans des lunettes de FPV.

La caméra

La caméra qui s'est rapidement imposée sur les drones est la GoPro parce qu'elle a longtemps été la seule à atteindre ce niveau de miniaturisation et de qualité. Si vous aviez un minimum d'exigences et le budget qui allait avec, c'était le meilleur choix pour filmer ou photographier en HD et maintenant en 4K avec un drone de moins de 2 kg. Les constructeurs de drones et de nacelles n'avaient alors pas vraiment d'autre alternative que de miser sur cette marque pour développer des ensembles compatibles de qualité et prêts à l'emploi.

Aujourd'hui, la donne a changé. Inspirées par le succès de la GoPro, de nouvelles marques chinoises proposent des clones plus ou moins réussis mais

bien meilleur marché. DJI, leader mondial, après avoir surfé sur le succès commercial et technique de ses multicoptères (F450, F550, Phantom 2) équipés de la nacelle Zenmuse (H3-2D, H3-3D et H4-3D) pour GoPro, a changé son fusil d'épaule. Abandonnant la GoPro pour développer ses propres caméras intégrées, elles aussi en 4K et 20 Mpix sur le Phantom 4 Pro, DJI a libéré un nouveau champ de potentialités pour les vidéastes et les photographes aériens. Yuneec, Walkera, Parrot 3D Robotics et d'autres suivent le même chemin. Les chapitres 4 et 5 détaillent le potentiel de paramétrage des caméras équipant les modèles DJI.

Un regret

Je trouve dommage que tous les constructeurs n'aient pas repris à leur compte le confort apporté par une configuration incluant une caméra de pilotage indépendante de celle de prise de vues. Un simple interrupteur à deux positions sur la radio permettrait de passer de l'une à l'autre quand il faut affiner le cadrage, voir droit devant ou pour opérer à deux personnes, une qui cadre pendant que l'autre pilote en FPV. Sur du matériel pro de série, seul l'INSPIRE 2 de DJI est livré avec une caméra FPV 2 axes.

Figure 2-14. L'Inspire 2 avec sa caméra FPV.

La nacelle stabilisée

Pour obtenir une vidéo parfaitement stable, l'utilisation d'une nacelle gyrostabilisée sur trois axes est indispensable. Son fonctionnement est simple : la caméra fixée sur la nacelle est au centre de trois axes libres disposant chacun d'un moteur brushless. Une centrale inertielle calcule la position de la nacelle dans l'espace (qui est égale à son angle sur chaque axe par rapport à un point 0

initial) et envoie les informations à un microprocesseur *(Gimbal Control Unit)*. Ce dernier, à l'aide d'un algorithme, calcule les informations à envoyer à chaque moteur pour compenser les mouvements de la nacelle induits par l'attitude du drone et la stabiliser.

La carte de stabilisation mise au point par Aleksey Moskalenko, plus connue sous le nom de BaseCam SimpleBGC *(Simple Brushless Gimbal Controller)*, est embarquée sur des nacelles permettant de stabiliser une large gamme de caméras allant de la GoPro à la Red Epic. Cette carte, qui coûte quelques dizaines d'euros, a permis à la vidéo aérienne avec un drone de faire un grand bond en avant.

Les nacelles brushless actuelles permettent de piloter depuis votre radio, d'effectuer du *tilt* (inclinaison de haut en bas) et du *pan* (mouvement latéral) mais aussi, selon le modèle, de switcher entre plusieurs modes de stabilisation.

- Le *Heading Follow Mode* : le tilt et le roll de la caméra sont stabilisés, le pan suit la position du nez, avec contrôle du tilt.
- Le *Heading and Pitch Follow Mode* : le roll de la caméra est stabilisé, le pan suit la position du nez et le tilt les mouvements de tangage.
- Le *Heading Lock Mode* : le tilt, le roll et le pan sont stabilisés, avec contrôle du tilt et du pan.

Des réglages plus sophistiqués sur la vitesse de compensation, l'accélération et la décélération de course sont aussi possibles. L'implémentation des nouvelles fonctionnalités s'effectue par la mise à jour du firmware.

Figure 2-15. La nacelle qui équipe la gamme des Phantom 4 de DJI a bien évolué depuis les Phantom 2 et 3.

Figure 2-16. La version pro de la nacelle Feiyu Mini 3D effectue un mouvement de lacet jusqu'à 360°. Elle est idéale sur un drone avec train rétractable.

Figure 2-17. Le Parrot Bebop 2 n'embarque pas de nacelle parce qu'il stabilise numériquement la vidéo sur les trois axes.

L'émetteur, le récepteur et les antennes

L'utilisation des radiofréquences pour la transmission vidéo est soumise en France à une réglementation stricte de l'Arcep (Autorité de régulation des communications électroniques et des postes). Elle est limitée aux émetteurs de 25 mW de puissance. L'image transite en temps réel par liaison radio sur la bande de fréquences 5,8 GHz. Elle peut être également transmise sur la fréquence 2,4 GHz (ou 1,2 GHz interdite en France). Les fréquences plus basses couvrent de plus longues distances et sont moins sensibles aux obstacles. La bande 5,8 GHz donne une meilleure qualité d'image que la 2,4 GHz, mais en contrepartie, elle est aussi plus sensible aux obstacles : le feuillage d'un arbre suffit à altérer la qualité du signal, ce qui se traduit par une image plus ou moins dégradée.

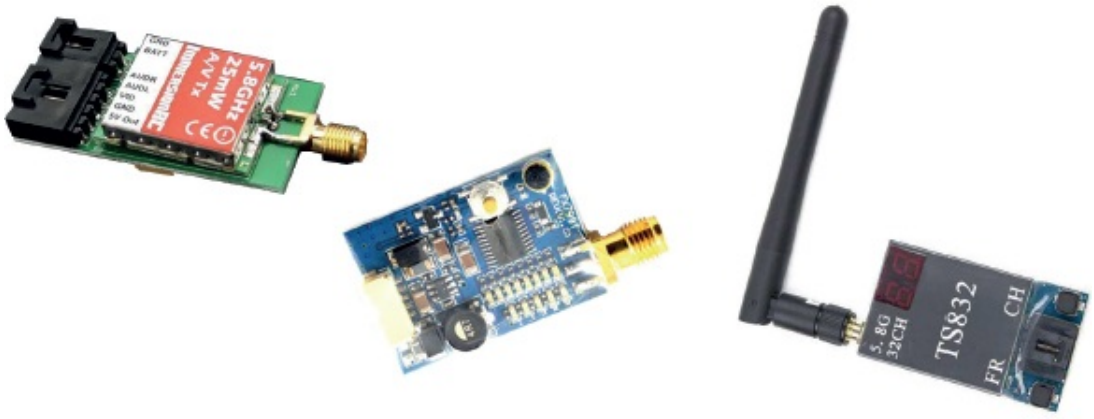


Figure 2-18. Divers émetteurs 5,8 GHz : 25 mW, 8 canaux ; ImmersionRC, 600 mW, 32 canaux ; Boscam avec son antenne bâton et 200 mW raceband, 40 canaux.

La puissance des émetteurs vidéo étant fixée à 25 mW en France, on peut contourner cette limitation en améliorant la sensibilité des récepteurs ainsi que la qualité des antennes, qui jouent un rôle majeur en 5,8 GHz. De bonnes antennes omnidirectionnelles à polarisation circulaire de type Pinwheel feront la différence, comparées aux antennes bâton à polarisation linéaire livrées d'origine. La qualité et la stabilité du signal seront alors nettement améliorées. On atteint 500 m de portée dans des conditions favorables avec 25 mW en 5,8 GHz. Cette distance est largement suffisante pour réaliser de belles images. L'alimentation du Vtx s'effectue soit par une LiPo indépendante, soit par le drone.

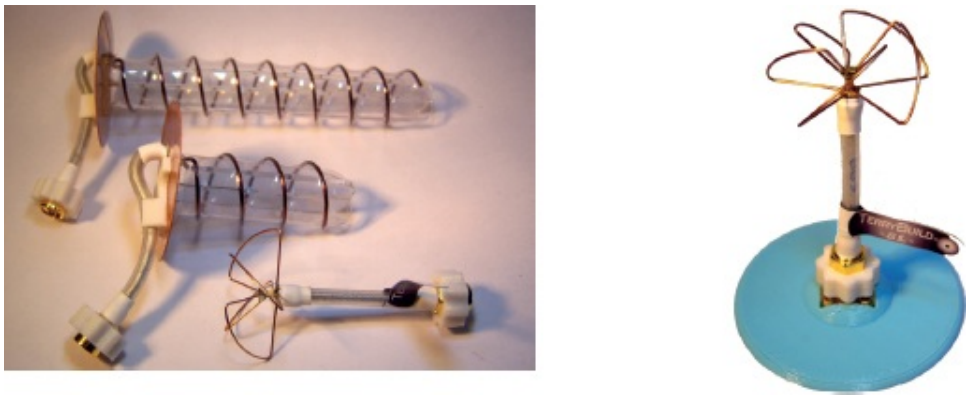


Figure 2-19. Des antennes en 5,8 GHz de très bonne qualité, fabriquées en France par La fabrique circulaire Terry Build (www.lafabriquecirculaire.fr).

Pour visionner l'image, il vous faut soit des lunettes de FPV, soit un écran. Les

récepteurs vidéo sont devenus « diversity », c'est-à-dire que vos lunettes de FPV et/ou votre écran contiennent deux récepteurs avec chacun son antenne pour capter le meilleur des deux signaux. Les performances du système de transmission s'améliorent en accroissant la sensibilité de ces récepteurs.

Figure 2-20. Ces lunettes FPV procurent cette vision immersive qui a séduit tant de dronistes, tandis que l'écran permet de cadrer en gardant le drone à vue.

Figure 2-21. Moverio BT300 d'Epson. Ces lunettes certifiées DJI permettent de garder le drone en vue tout en étant en FPV.

Les marques qui se sont imposées dans le FPV sont ImmersionRC, Fat Shark, SkyZone et Boscam. Chacune a eu sa bande de fréquences spécifiques, rendant un temps leurs produits incompatibles entre eux. Mais cela a changé avec l'arrivée de la concurrence chinoise, qui a obligé ImmersionRC et Fat Shark à s'ouvrir aux bandes bêta pour ne pas s'isoler et à imposer même une RaceBand spécifique pour voler ensemble sans se brouiller.

Bien choisir sa fréquence

Prenez garde à ne pas vous brouiller entre amis ! L'utilisation involontaire d'une fréquence vidéo identique ou trop proche lorsqu'on vole à deux ou plus sur le même terrain se traduit toujours par des conséquences fâcheuses si vous ne pilotez pas en vue mais seulement avec des lunettes. Cela se traduit par une perte de contrôle du drone et donc un crash, le plus souvent. On admet qu'un écart de 40 MHz entre deux fréquences est nécessaire pour limiter ce genre de problème. Pour plus de détails, voyez le tableau des fréquences ci-dessous.

Tableau 2-3. Fréquences vidéo disponibles.

BANDE	FRÉQUENCE EN MHZ							
	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8
A	5 865	5 845	5 825	5 805	5 785	5 765	5 745	5 725
B	5 733	5 752	5 771	5 790	5 809	5 828	5 847	5 866
E	5 705	5 685	5 665	5 645	5 885	5 905	5 925	5 945
F	5 740	5 760	5 780	5 800	5 820	5 840	5 860	5 880
RACEBAND	5 917	5 880	5 843	5 806	5 769	5 732	5 695	5 658

A : Team BlackSheep, RangeVideo, SpyHawk, FlyCamOne USA ; B : FlyCamOne Europe ; E : HobbyKing, Foxtech, Boscam ; F : RaceBand Airwave, ImmersionRC, Fat Shark.

Pour aller plus loin

Stabilité et qualité de la transmission à polarisation circulaire par rapport à la polarisation linéaire

En polarisation circulaire (RHCP ou LHCP, tournant à droite ou à gauche), le champ électrique tourne autour de son axe en formant un cercle. L'émetteur rayonne dans toutes les directions, mais il n'existe qu'une ligne droite vers le récepteur. Tous les autres signaux finissent indirectement par l'atteindre après de multiples réflexions qui dégradent la qualité et la fiabilité de la transmission. Un signal émis en RHCP *(Right Hand Circular Polarization)*, tournant à droite autour de son axe, se transforme en signal LHCP *(Left Hand Circular Polarization)*, tournant à gauche autour de son axe après rebond sur un obstacle. Cette transformation rend le signal moins compréhensible pour un récepteur équipé d'une antenne RHCP. En polarisation linéaire (horizontale ou verticale), le champ électrique reste toujours dans le même plan. Ces réflexions inverses brouillent le signal direct au niveau du récepteur beaucoup plus qu'en polarisation circulaire. C'est encore plus vrai sur les hautes fréquences comme le 5,8 GHz. Il est conseillé d'utiliser le même type de polarisation au niveau de l'émetteur et du récepteur, sinon on perdra à la fois en portée, en qualité et en stabilité du signal. La limite de portée d'un système en polarisation circulaire est atteinte progressivement, le signal se dégradant peu à peu et non pas brutalement, comme avec une polarisation

linéaire.

Accroître la sensibilité du récepteur plutôt que la puissance de l'émetteur

Une augmentation de la sensibilité du récepteur de 6 dB permet théoriquement de doubler la portée du signal vidéo. Comme le gain est logarithmique alors que la puissance est linéaire, cela signifie que 6 dB équivalent à 4 fois plus de puissance. Par ailleurs, avec un récepteur de nouvelle génération (-95 dB) et un émetteur de 200 mW, on obtient les mêmes performances qu'avec un récepteur classique (-90 dB) et un émetteur de 800 mW ! Au vu des performances atteintes en vidéo avec des émetteurs de plus grande puissance, assurez-vous de bien connaître l'autonomie de votre drone et la portée de votre système radio. Vous pourriez dépasser la distance de non-retour !

Pour aller encore plus loin, consultez l'excellent article de Frédéric Botton et Jérôme Meynet paru sur le site www.helicomicro.com le 07 août 2015 : www.helicomicro.com/frequences-video-les-explications/.

On peut reprocher au retour vidéo analogique en temps réel d'avoir une définition limitée. Les lunettes FPV n'offrent qu'une définition maximale de 800 × 480 pixels en 16/9. Est-ce un problème pour pratiquer la prise de vues ? Absolument pas, car l'image enregistrée par la caméra est bien en HD ou en 4K.

Aujourd'hui, la transmission numérique de l'image remplace la transmission analogique. DJI, Paralinx et Connex, pour ne citer que ces entreprises, proposent des solutions capables de transmettre une image en HD numérique presque sans latence lorsqu'il n'y a ni obstacle, ni interférence.

Le Mavic Pro, le Phantom 4 Pro et l'Inspire 2 sont compatibles avec les fréquences ISM 2,4 GHz et 5,8 GHz. En général, on utilise un système de transmission vidéo en 5,8 GHz et une communication entre le drone et la radiocommande en 2,4 GHz. En effet, si les deux dispositifs utilisaient la même fréquence, cela pourrait causer des interférences entre eux. Cela explique pourquoi il peut y avoir des interférences avec d'autres drones ou d'autres fréquences radio dans la même zone. Le nouveau système Lightbridge intégré à ces drones fait appel au mécanisme de multiplexage temporel pour transmettre les signaux du flux vidéo et de la radiocommande sur la même fréquence, au choix entre 2,4 GHz et 5,8 GHz. Dans les zones urbaines, la fréquence 2,4 GHz subit de fortes interférences provenant des routeurs Wi-Fi, du réseau 4G et d'autres sources. La fréquence 5,8 GHz a une bande passante plus large et davantage de canaux de transmission. Elle est donc plus adaptée à la transmission de données dans ces types d'environnements. Lors de la mise sous tension, le drone évalue le niveau d'intensité des signaux de la zone et choisit automatiquement la fréquence d'émission avec le niveau d'interférence

le plus bas. Cela garantit un contrôle fiable et une portée optimale de la transmission vidéo. Les données constructeurs indiquent ceci : « En 2,4 GHz ou 5,8 GHz jusqu'à 7 km (4,3 miles) sans obstacle ni interférence, conforme à la norme FCC. En Europe, la portée est limitée par réglementation à 3,5 km en 2,4 GHz et 2 km en 5,8 GHz (norme CE) ».

LES ACCESSOIRES INDISPENSABLES

Avec le matériel que nous avons passé en revue, vous avez le minimum nécessaire pour vous lancer. Ensuite, pour le confort ou la praticité, vous vous laisserez vite tenter par quelques accessoires qui deviendront indispensables.

L'OSD

On peut faire sans l'OSD, mais c'est tellement pratique et sécurisant que d'avoir les données de vol en temps réel incrustées sur son écran ou dans ses lunettes. Ces informations sont calculées par les capteurs embarqués sur le drone et transmises par la liaison vidéo.

Ainsi équipé, vous ne pourrez pas vous perdre et des alarmes visuelles ou sonores vous préviendront en cas de problème. Vous aurez à votre disposition les informations sur la distance du drone par rapport au point de départ, sa hauteur, la vitesse au sol, la vitesse verticale, la consommation et la tension de la batterie, le cap suivi, la durée de vol, la distance totale parcourue depuis le départ, la force du signal radio et vidéo, le mode de vol, le nombre de satellites, etc.

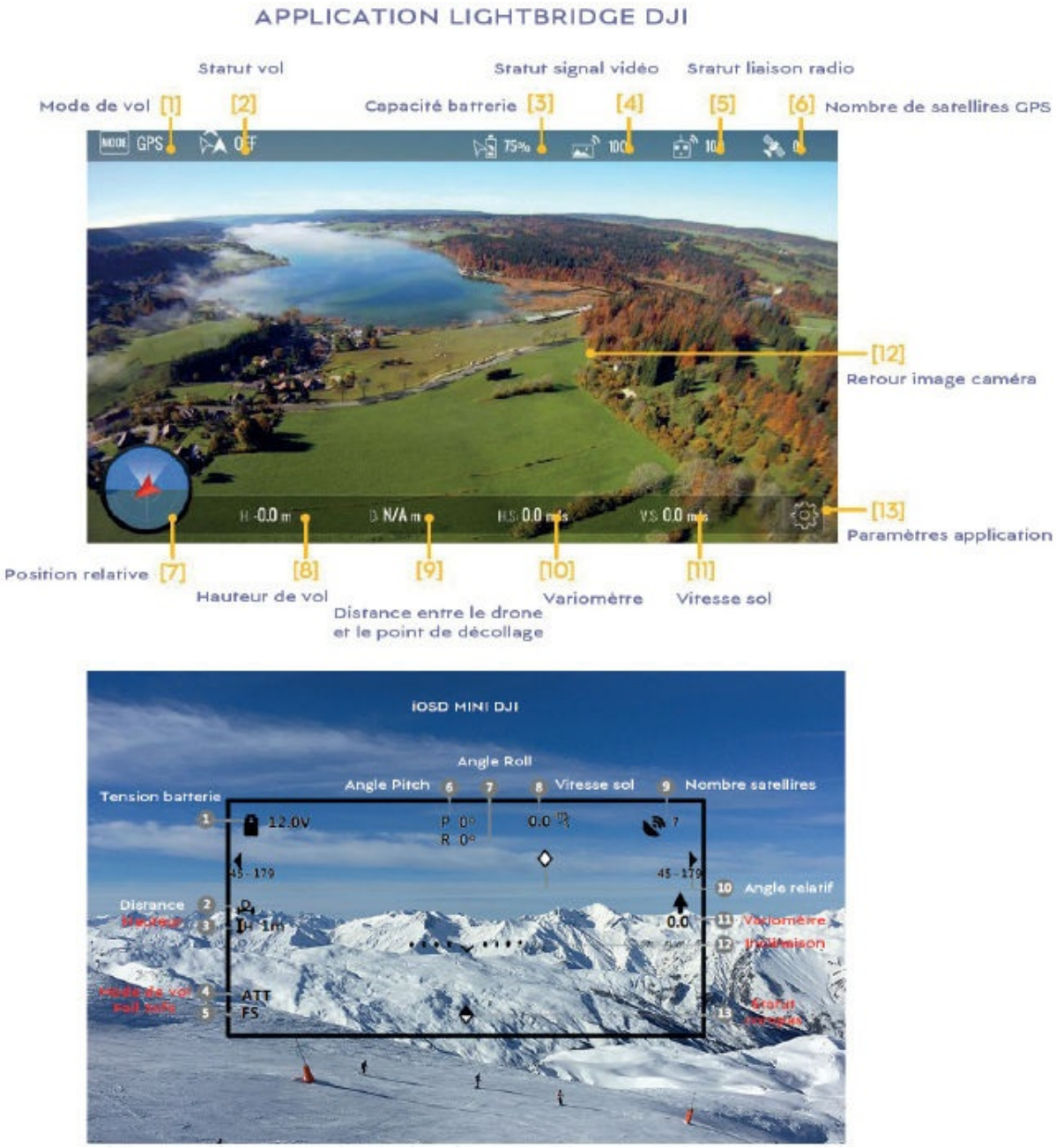


Figure 2-22. Captures d’écran des informations transmises par l'OSD de l’application LightBridge DJI et par l’iOSD Mini du Phantom 2 DJI.

Les filtres

Indispensables en mode vidéo plus qu’en mode photo, les filtres font désormais partie des incontournables, que ce soit pour protéger l’objectif (filtre UV), pour éliminer les effets des vibrations (filtre gris neutre) ou pour

rendre les images plus flatteuses (filtre polarisant). La marque PolarPro s'est ainsi spécialisée dans la diffusion de filtres pour les caméras GoPro et DJI ainsi que de nombreux accessoires.

Figure 2-23. La gamme PolarPro de six filtres pour GoPro.

AUTRES ACCESSOIRES UTILES

Le testeur de batterie

C'est un accessoire indispensable pour vérifier l'équilibrage des cellules, la tension et la charge de vos batteries avant et après chaque vol. Il vous faudra également un chargeur et un sac de protection pour vos batteries LiPo.

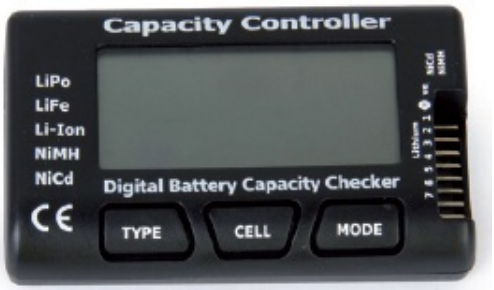


Figure 2-24. Le testeur de batterie, un indispensable.

La boîte à outils

Pour intervenir sur le terrain, vous aurez besoin de quelques outils de base pour revisser, remplacer, démonter, souder sur place afin de continuer à voler en toute sécurité.

Il y a quelques années, il était inconcevable de se déplacer sans sa boîte à outils complète. Aujourd'hui, les drones prêts à voler ont des composants mieux intégrés qui nous dispensent d'emporter tout ce matériel. Par exemple, les hélices autoserrantes se vissent à la main, les câbles à souder et les branchements ont été remplacés par des circuits intégrés.

La bouée de sauvetage

Pour voler au-dessus de l'eau, la bouée de sauvetage est une garantie de pouvoir repêcher votre drone s'il venait à tomber suite à un incident technique (arrêt moteur, hélice cassée, batterie vide, etc). En revanche, elle n'empêchera pas le drone de plonger, mais au moins, vous pourrez le récupérer et sauver ce qui peut l'être. Le Waterbuoy n'est donc pas un gadget. Il se déclenche dans l'eau par la pression en quelques secondes et libère un ballon en caoutchouc avec éclat lumineux visible à 250 m. Il maintient en flottaison un poids de 1 kg pendant 24 heures. Le temps de faire des recherches approfondies de jour comme de nuit avec son éclairage LED permanent. Le Waterbuoy pèse seulement 50 g et vous pouvez en utiliser un, deux ou trois selon le poids de votre drone.

Figure 2-25. Waterbuoy peut sauver d'autres appareils de valeur.

La valise et le sac à dos de transport

Si vous voyagez en avion, en bateau ou même en voiture, la valise de transport type Pelicase ou Caltech est bien pratique car elle protège efficacement votre drone contre les mauvais traitements de la manutention aéroportuaire, contre l'humidité, la pluie, les embruns, les inondations et les températures extrêmes. Elle est très utile pour y ranger la radio, les batteries, les hélices, les écrans, et autres outils et accessoires qui méritent de voyager à l'abri.

Figure 2-26. Une différence de taille entre une valise pour Phantom et la sacoche du Mavic qui mesure seulement 17,5 × 12,5 × 21 cm.

Moins rigide que la valise, le sac à dos est aussi une protection moins efficace. Surtout, il ne protégera pas du tout votre matériel pour voyager en avion. Mais il reste indispensable pour porter son matériel en randonnée.

Figure 2-27. Le sac à dos pour le Phantom est au catalogue de plusieurs marques dont Manfrotto, mais il existe des sacs à des prix plus abordables (moins de 100 euros) aux compartiments modulables et amovibles pour tous les modèles de drones de classe 350.

Les différentes tailles de drones

Du plus petit au plus grand, presque tous les drones prêts à voler (RTF, *Ready To Fly*) embarquent une caméra. L'offre pour ce type d'appareil est pléthorique. Tous les jours ou presque, un nouveau modèle est annoncé. L'engouement pour les courses de drones de petite taille (les *racers*) y est pour beaucoup, qui embarquent eux aussi une caméra, voire deux (une pour piloter et une seconde pour filmer la course). Mais peut-on pour autant considérer les racers comme des drones spécialisés dans la prise de vues ? À mon sens, non : leur spécialité reste la course à basse altitude. Cependant, dans certaines circonstances, le point de vue d'un racer se justifie pleinement.

La taille d'un drone se mesure en millimètres, d'un axe moteur à l'autre, dans la diagonale. À chaque taille correspond une longueur d'hélice maximale. Plus les hélices sont longues, plus la portance et la capacité d'emport de l'appareil sont importantes. On parle de « classe » pour tenter de catégoriser les drones. Les dimensions les plus courantes sont 250, 350, 450, 550, 600, 650 mm et plus. En dessous de la classe 180, ce sont des jouets à considérer pour ce qu'ils sont. On parle plutôt de mini (de 10 à 15 cm), de micro (de 5 à 10 cm) et de nanoquads (moins de 5 cm). Toutes ces dimensions sont théoriques et approximatives, car rien n'est encore standardisé ou normalisé sur ce marché.

Quel matériau pour quelle taille de drone ?

Le châssis, ou *frame* en anglais, est la structure sur laquelle sont fixés l'ensemble des composants du drone. En quoi sont-ils faits ?

L'utilisation de la fibre de carbone est privilégiée lorsqu'on recherche solidité, légèreté et rigidité. C'est le cas des classes 180 à 250 pour les racers, qui sont amenés à subir des chocs, mais aussi des grandes classes 650 à 1 000 pour les gros porteurs, qui doivent embarquer de lourdes caméras.

L'aluminium est parfait si l'on recherche un drone léger pour un coût modique, car il se prête bien aux créations « maison ». Ce matériau est d'ailleurs la marque de fabrique de MikroKopter, une référence pour les amateurs et les professionnels même si ce constructeur a perdu la guerre marketing contre ses concurrents chinois.

Les coques en plastique moulé sont idéales pour les classes 350 à 550 en raison de leur légèreté et leur faible coût. Elles ne concernent que les drones RTF. DJI a popularisé cette structure avec la série Phantom.

Figure 2-28. Il fut un temps où la gamme MikroKopter couvrait le marché du loisir et professionnel dans les classes 350 à 900. À gauche : électronique MK sur châssis Droidworx ; à droite : tout MK.

LES JOUETS

Véritables phénomènes de mode, ces drones ont séduit par leur côté ludique et leur prix raisonnable. En 2016, le Tiny Whoop devient la coqueluche des pilotes de FPV racing. Ce minuscule quadricoptère est conçu pour voler en intérieur, avec une caméra et un retour vidéo en temps réel. Comme les « grands frères » ! C'est le jouet idéal pour débuter et s'entraîner chez soi ou dans son jardin.

Dans cette catégorie de jouets, on range les nanos, les microquads et les miniquads de 50 à 150 mm de diamètre. La plupart sont des produits chinois que l'on trouve à partir de 30 euros (hors frais de port et de frais de douane).

Ces jouets robustes et simples d'utilisation fonctionnent avec une radiocommande 2,4 GHz. Maniables et ludiques, ils vous permettront de comprendre les fonctions basiques du drone. Dans cette catégorie mini, on trouve les spécialistes du vol 3D. À vous les acrobaties et le vol sur le dos en inversant le sens des moteurs avec les modèles des constructeurs Horizon Hobby et Eachine.

Figure 2-29. Le Tiny Whoop.

Figure 2-30. Un best-seller, le Hubsan X4 FPV, qui coûte 150 euros.

Figure 2-31. Le Nano QX 3D, né pour la voltige.

LES CLASSES 180 À 250

C’est la catégorie des FPV racers équipés du contrôleur de vol Naze32 Kiss ou

Betaflight. Cette discipline récente recrute tous les jours de nouveaux adeptes. Sensations garanties ! Aux commandes de votre bolide aérien, vous êtes en immersion totale sur un circuit improvisé dans la forêt ou balisé par des portes et fanions sur un terrain à découvert.

Figure 2-32. Un des nombreux modèles que l'on trouve sur fpvracer.fr. Avec sa caméra embarquée Mobius enregistre la vidéo de vos parcours ou de vos acrobaties. Ça décoiffe !

LES CLASSES 350 À 450

Aujourd'hui, les classes 350 à 450 sont idéales pour des caméras de moins de 150 g qui offrent une qualité d'image extraordinaire. Légers (moins de 2 kg), performants et économiques, ces drones sont parfaitement adaptés à un usage loisir. Ceci n'empêche pas les professionnels de les utiliser pour de nombreuses prestations dans le cadre des scénarios réglementés S1, S2 et S3.

Figure 2-33. Le Phantom 3 Standard 4K est imbattable à moins de 500 euros.

LES CLASSES 550 À 1 000

Il y a encore peu de temps, il fallait au minimum un drone de classe 550 ou 650 pour embarquer un appareil photo ou vidéo comme le Sony RX100 (280 g) ou le Sony NEX-5 (360 g), ou un caméscope Handycam (250 g).

Aujourd'hui, les caméras intégrées des dernières générations de drones font jeu égal avec ces appareils pour une taille et un poids réduits. Dans cette classe intermédiaire, l'Inspire de DJI est de loin le meilleur avec l'interchangeabilité des caméras et objectifs. Pour porter une caméra pro ou un appareil photo, comme le Panasonic GH 5 (0,9 kg) ou la Red Epic (4 kg), il vaut mieux compter sur une classe 800 ou 1 000. Ces classes avec ces appareils sont plutôt réservées aux professionnels qu'aux amateurs.

Figure 2-34. Le M600 de DJI, un gros porteur à tout faire (jusqu'à 15 kg d'emport).

Le choix de la taille du drone vous appartient. C'est un compromis à trouver entre le budget que vous êtes prêt à y consacrer et la qualité d'image que vous attendez. Un tour dans les rayons des magasins et sur les sites web spécialisés vous aidera à vous faire une idée.

L’heure du choix

Le but de cette section n’est pas de désigner le meilleur produit en fonction de l’usage. Pour cela, il aurait fallu effectuer des tests comparatifs approfondis qui auraient été caducs dès la sortie de ce livre, tant les innovations sont fréquentes. En effet, l’arrivée sur le marché de nouveaux produits peut changer la donne du jour au lendemain, particulièrement au niveau des prix.

Si votre choix n’est pas encore arrêté, commencez par vous poser les questions suivantes afin de vous orienter dans la bonne direction. Gardez à l’esprit qu’il n’existe pas de drone polyvalent qui vous permettrait à la fois de vous entraîner, de filmer, de faire la course, de l’acrobatie ou de l’exploration longue distance *(long range)*. Si vous envisagez des pratiques variées, vous serez obligé d’investir dans autant de machines différentes.

En ce qui me concerne, mon choix est fait. J’ai besoin d’un drone fiable, prêt à l’emploi, de faible encombrement, équipé d’une caméra capable de faire de la vidéo et de la photo, d’une qualité acceptable pour un professionnel et pour un prix raisonnable. Au sein de la Team Nano Pirate, dans notre pratique quotidienne, nous utilisons le Phantom et l’Inspire de DJI. Ils nous donnent entière satisfaction pourvu qu’on ne leur demande pas plus qu’ils ne sont capables de donner. Mais ils s’améliorent sans cesse et plus vite que leurs concurrents. C’est rassurant et cette expérience positive nous rend fidèles à la marque.

QUESTION 1. DIY VERSUS RTF ?

Préférez-vous construire votre drone de bout en bout avec des pièces sélectionnées par vos soins ou acheter un produit prêt à voler d’une marque bien connue ?

Si vous souhaitez construire vous-même votre drone parce que vous êtes un passionné de modélisme, foncez ! Peut-être avez-vous déjà construit votre propre drone, dans ce cas, passez directement aux chapitres suivants. Sinon, sachez que la conception, l’assemblage et le réglage d’un drone par vos soins vous demanderont des heures de travail en atelier avant de prendre la première photo. Par ailleurs, vous ne ferez aucune économie sur le coût final par rapport au prix d’un drone RTF de catégorie similaire.

C’est pour ces raisons d’économie de temps et d’argent que j’ai privilégié dans ce livre les machines prêtes à voler, ou en kit, prémontées et réglées en usine, pesant moins de 2 kg. Ma préférence pour le *Ready To Fly* (RTF) par rapport au *Do It Yourself* (DIY) tient aussi au développement de communautés sur les forums qui échangent leurs expériences et les solutions trouvées aux problèmes. Lorsqu’on rencontre un dysfonctionnement avec son Phantom ou son Parrot, il est vrai que l’on se sent moins seul lorsqu’il y a plusieurs centaines de possesseurs francophones prêts à vous aider 24 heures/24, surtout quand on débute.

Mon expérience du DIY

En 2012, j’étais obligé de monter mes premiers quadricoptères pour réaliser des vidéos parce que les drones assemblés par les prestataires spécialisés étaient hors de prix et ne correspondaient pas à mon cahier des charges. J’ai dû apprendre à bricoler mais j’y suis arrivé, aidé par la communauté des pionniers. J’ai alors eu la satisfaction de faire voler des drones réalisés de mes propres mains et de réussir à filmer avec. Ce n’est pas rien quand on a deux mains gauches. Aujourd’hui, je ne me pose plus la question du DIY parce que les appareils RTF de loisir sont plus performants pour la prise de vues et moins chers. Par ailleurs, autant que vous sachiez que le drone parfait n’existe pas encore !

QUESTION 2. QUELS SONT LES COÛTS CACHÉS ?

Pour comparer les prix réels des différents modèles, vérifiez les accessoires livrés en kit avec le drone. Voici une liste des indispensables, qui ne sont pas fournis si vous décidez de concevoir et d’assembler votre drone pour réaliser des photos et des vidéos :

- une radiocommande avec son récepteur ;
- un émetteur vidéo avec son antenne ;
- une nacelle trois axes gyrostabilisée ;
- une caméra ;
- une carte microSD de 16 Go au minimum ;
- des lunettes de FPV ou un écran de réception ;
- un chargeur de batteries ;
- deux ou trois batteries au minimum.

Considérez la radio, les lunettes ou l’écran ainsi que le chargeur de batteries

comme des achats qui vous accompagneront des années.

Si vous optez pour un drone RTF, il vous faudra, selon le modèle, compléter votre achat avec :

- une tablette ou un smartphone ;
- une caméra.

Dans tous les cas :

- une ou deux batteries supplémentaires ;
- des hélices de rechange.

QUESTION 3. PHÉNOMÈNE DE MODE OU VÉRITABLE HOBBY ?

Avez-vous envie de faire de la photo/vidéo aérienne seulement pour vous amuser et épater vos amis ou plus sérieusement pour réaliser de belles images ? Tout le monde n'est pas prêt à envoyer en l'air des centaines d'euros pour débuter un hobby. Il vous faudra donc trouver le bon compromis sans sacrifier sur les caractéristiques techniques de la caméra. Pour commencer, et si vous n'êtes pas convaincu de poursuivre dans cette voie, je vous conseillerais d'investir dans un drone de milieu de gamme, quitte à évoluer ensuite vers un appareil haut de gamme après quelques heures de vol.

QUESTION 4. ÊTES-VOUS PLUTÔT VIDÉO OU PHOTO ?

Si vous êtes plutôt vidéo, c'est simple. Vous aurez le choix entre un drone pour action-cam type GoPro avec sa nacelle préréglée et un drone avec caméra intégrée par le constructeur. C'est une caméra qui peut faire jeu égal avec la GoPro 4, la déformation d'objectif en moins : Parrot, DJI, Yuneec, Walkera, Hubsan, etc. Pratiquement toutes les caméras offrent une définition UHD ou 4K. En revanche, vous pouvez préférer un retour vidéo analogique quasiment sans latence plutôt qu'un retour Wi-Fi qui n'en est pas exempt.

Si vous êtes plutôt photo, vous aurez sûrement envie d'embarquer votre appareil préféré. Dans ce cas, vérifiez avant tout achat qu'il existe une nacelle gyrostabilisée adaptée à votre boîtier et à votre drone. Les nacelles sont préréglées en usine pour un modèle de boîtier bien précis et la connectique pour piloter l'appareil est aussi prévue. Si vous possédez un Canon 5D, un Panasonic GH4, un Sony A7 ou une BlackMagic Pocket Cinéma Camera, ce

sera plus facile.

Figure 2-35. Une nacelle Walkera G-3S pour Sony RX100 I/II/III/IV sur hexacoptère Tali H500.

Si votre boîtier ne figure pas dans les références compatibles avec votre modèle de nacelle, vous avez le choix entre changer d'appareil photo ou installer une nacelle polyvalente à régler soi-même, avec un contrôleur AlexMos SimpleBGC 32-bit de la société BaseCam ou une carte Phobotic, par exemple.

Figure 2-36. Une nacelle trois axes de chez Hexadrone qui permet notamment d'embarquer les appareils Panasonic GF6/GH3/GH4/GHX7/X920, Sony PJ530/CX740/ PJ810/Alpha 7S/NEX7 et Canon EOS 100D/M/Black Magic Pocket.

Figure 2-37. Une carte SimpleBGC de la société BaseCam.

À propos des nacelles

Le paramétrage d'un contrôleur de nacelle nécessite de bonnes compétences ou du temps pour apprendre. Si vous êtes prêt à ajouter deux ou trois cents euros, les vendeurs de matériel proposent en option un forfait paramétrage avec votre appareil photo.

Il faut savoir que les nacelles dédiées aux reflex sont assez onéreuses et, par conséquent, réservées aux professionnels. Par exemple, la DJI Zenmuse Z15 pour BlackMagic Pocket coûte 1 999 euros ! Pour la photo de loisir sur une nacelle à un prix inférieur à 300 euros, les possibilités se limitent aux caméras GoPro et à leurs clones.

QUESTION 5. ÊTES-VOUS EXCLUSIVEMENT GOPRO ?

Dans le secteur loisir qui nous concerne, le choix entre plusieurs modèles de caméras est quantitativement limité par une question de budget et de poids total en charge. C'est pour cette raison que les action-cams type GoPro se sont taillées une part de marché si importante.

Mais aujourd'hui, tous les constructeurs de drones, ou presque, ont misé sur cette petite caméra de qualité. Et l'entrée de nouveaux acteurs sur le marché du drone a transformé l'offre. Désormais, GoPro n'est plus la seule caméra disponible dans cette catégorie. Les drones embarquant leur propre caméra ont bousculé son hégémonie, car la marque n'a pas su prendre le train en marche en passant plus tôt des partenariats comme celui qu'elle avait conclu avec 3DR pour son Solo. À qualités équivalentes, les caméras intégrées 4K DJI ou Yuneec, pour ne citer qu'elles, constituent des alternatives très sérieuses aux dernières GoPro. Elles apportent en plus un avantage majeur, celui de pouvoir utiliser la caméra à la main, indépendamment du drone, avec sa stabilisation sur trois axes. C'est une possibilité que n'autorise pas GoPro sans l'ajout d'un

stabilisateur à main.

Figure 2-38. Le stabilisateur à main CG03 de Yuneec est compris dans la boîte du Typhoon 4K et 500+.

Figure 2-39. Le stabilisateur à main pour GoPro est un accessoire supplémentaire à acheter.

Si vous avez déjà une GoPro de dernière génération mais pas encore de drone, la question du choix entre GoPro ou caméra intégrée se pose. Pour vous décider, calculez la différence de prix entre un drone avec nacelle pour GoPro et un drone avec sa caméra stabilisée intégrée. En fonction de la marque choisie, vous pourrez réaliser une économie substantielle, ce qui vous permettra peut-être d'investir dans un steadycam à main.

QUESTION 6. QUADRI OU HEXA ?

L'argument le plus souvent avancé en faveur de l'hexacoptère par rapport au quadricoptère est sa capacité à voler malgré la panne d'un moteur ou le bris d'une hélice. On peut facilement comprendre le poids d'un tel argument lorsqu'on embarque du matériel à plusieurs milliers d'euros. C'est une

redondance avec deux moteurs de plus qui procure une plus grande sécurité. Une motorisation soudainement défectueuse ou une hélice qui casse en vol sur un quadri et c'est le crash immédiat assuré, sans possibilité d'interagir, sauf celle de couper tous les moteurs et de se focaliser sur le point d'impact. C'est pourquoi les professionnels privilégient ce type de configuration avec six, voire huit moteurs au détriment, il est vrai, du poids, de l'empattement et de l'autonomie – trois critères qui sont favorables au quadri. Dans la catégorie des drones de loisir, quelques marques proposent des hexacoptères : l'Hexo+ Squadrone, l'Iron Man Tarot et le Tali H500 Walkera.

QUESTION 7. ENVISAGEZ-VOUS UNE QUALIFICATION PROFESSIONNELLE ?

Si tel est votre projet, vous devrez considérer votre achat comme un premier investissement ; impossible dans ce cas de lésiner sur le budget. En effet, n'espérez pas réaliser un travail de professionnel avec un « jouet ». Consultez les sites des vendeurs qui affichent la liste des drones agréés par la DGAC (Direction générale de l'aviation civile) pour les scénarios professionnels S1, S2 et S3 dans la catégorie des moins de 2 kg. Vous verrez que le choix est limité.

QUESTION 8. QUELLES SONT LES MEILLEURES VENTES ?

Comment ne pas se tromper lorsque vous avez l'embarras du choix ? Le plus simple est de choisir le drone qui se vend le mieux en fonction de votre budget. Sur ce critère, les jeux sont faits. Les marques qui dominent le marché du loisir sont aussi celles du marché professionnel. Arrivent en tête, et loin devant, DJI avec le Mavic Pro, le Phantom 3 standard et le Phantom 4 Pro pour les produits de moins de 2 000 €. Parrot et Yuneec proposent des produits également très performants. De nombreuses autres marques proposent des drones avec caméra pour débuter sans se ruiner. Voici une liste non exhaustive : Sky-Hero, Cheerson, Gaui, Tarot, Walkera, SwellPro, Zerotech, Xiaomi, Archos, Blade, ImmersionRC, Team Blacksheep, Opale, ByRobot, AirDog et XK.

Les qualités objectives de ces produits se mesurent à différents niveaux : intégration optimisée, design original, finitions exemplaires, performances en vol et qualités optiques, durée de vol, innovation permanente, assistances au pilotage et aides à la prise de vues, distribution et SAV, prix raisonnables et

pièces détachées disponibles. Mais attention aux coûts cachés dans vos comparaisons !

Je trouve que la fiabilité de tous ces produits résiste de mieux en mieux à l'épreuve du temps.

J'attire votre attention sur les données constructeur concernant la durée de vol et la distance vidéo, qui se révèlent toujours trop optimistes.

QUESTION 9. OÙ ACHETER ?

C'est la question qui revient continuellement dans les forums de discussion et que vous vous posez peut-être. La tentation d'acheter en Chine sur le Web est grande parce que vous y trouverez les prix les plus bas, directement du producteur au consommateur, sans intermédiaire. Sachez que cette option n'est pas sans risques. Tout d'abord, les délais de livraison varient de 7 à 30 jours, à moins de payer un surcoût par DHL ou UPS. Ensuite, vous vous exposez à l'entrée en France à des droits de douane (dont la TVA) assortis de frais de dossier. Nos douaniers ne pouvant pas contrôler tous les paquets en provenance de Chine, la probabilité de passer à travers sera d'autant plus grande que la valeur de la marchandise est minime et que le paquet voyage par la poste. Le revers de la médaille est que la garantie et le SAV sont quasiment inexistants. Si vous envisagez l'achat d'un drone d'entrée de gamme à petit prix ou de composants pour assembler votre multicoptère, à vous de calculer le rapport bénéfice/risque.

En revanche, pour l'achat d'un drone RTF de marque à plusieurs centaines d'euros, je vous conseille sans hésiter de passer par un revendeur spécialisé dans les drones ayant pignon sur rue. Ainsi, vous aurez un interlocuteur pour le conseil, la garantie et le SAV, un stock disponible et même une petite ristourne si vous savez négocier !

S'il n'existe pas de tel magasin à proximité de chez vous, consultez les sites marchands spécialisés et testez leur service client afin d'arrêter votre choix : posez-leur des questions sur le SAV et la garantie du produit que vous envisagez d'acquérir.

Distributeurs et fabricants

Voici une liste non exhaustive de distributeurs et de fabricants chez qui vous pourrez acheter

des packs complets ou des pièces détachées (châssis, moteurs, ESC, nacelles, hélices, etc.).

- **Distributeurs :** Fnac, Boulanger, Studiosport Gulliver modèles, Patrick Modélisme, FlashRC, La DroneShop, Drone Volt, Drone Shop, Fun RC Toys, Intermodel, BangGood, Hobbyking, RCTimer, Digistore, Miss Numérique, etc.
- **Fabricants :** Align, DJI, Gaui, Hubsan, Lumenier, MikroKopter, Parrot, Sky-Hero, Tarot, TBS, Turbo Ace, Walkera, Yuneec, etc.

CHAPITRE 3

FAIRE VOLER SON DRONE

La construction de votre premier drone est terminée ou vous venez de le sortir de son emballage. Vos batteries sont en charge et il vous tarde d'effectuer vos premiers essais en vol. Mais, avant de réaliser vos premières photos ou vidéos, vous devrez d'abord passer par la phase d'apprentissage, afin de contrôler la trajectoire de votre « aéronef télépiloté, circulant sans personne à bord », pour reprendre la terminologie des textes légaux relatifs à leur emploi. Cette étape est primordiale pour atteindre votre objectif, celui de la prise de vues. Pour devenir plus ou moins rapidement un télépilote talentueux, il n'y a pas de secrets : volez le plus souvent possible. Affranchissez-vous autant que possible des assistances au pilotage, vous acquerrez ainsi les bons réflexes afin d'affronter toutes les situations de vol qui ne manqueront pas de se présenter au cours de votre nouvelle vie de pilote de drone.

Les premiers vols

Les drones d'aujourd'hui proposent généralement trois modes de vol :

- assisté GPS : en vol, manettes au neutre, gaz à 50 %, le drone est verrouillé dans les trois axes en position fixe. C'est le mode le plus sécurisant pour le débutant, car il suffit de lâcher les manettes et le drone s'immobilise.
- stabilisé (ATTI et SPORT sur les drones DJI) : en vol, manettes au neutre, gaz à 50 %, le drone conserve son altitude mais dérive avec le vent. C'est le mode préféré de ceux qui filment avec un drone, car il permet des mouvements beaucoup plus coulés qu'en mode GPS. L'angle maximal d'attaque est paramétrable pour améliorer la manœuvrabilité.
- accro : le drone n'utilise plus d'assistance GPS ni de stabilisation automatique. La vitesse maximale et l'angle de roulis et de tangage ne sont pas limités comme dans les autres modes. C'est le mode expert qu'affectionnent les amateurs de FPV racing – courses sur circuit balisé avec drones de classes 180 à 250, pilotés avec les lunettes de FPV – pour de la vitesse et des acrobaties. Ce mode n'est plus proposé sur les drones spécialisés pour la photo et la vidéo, car probablement jugé inutile et dangereux pour cette activité.

Voici quelques recommandations personnelles avant de commencer. Tout d'abord, vérifiez que votre assurance responsabilité civile couvre les risques liés à la pratique de l'aéromodélisme. Si ce n'est pas le cas, prenez une licence dans un club de la FFAM. Leur assurance responsabilité civile prend en charge les dommages matériels et corporels qui peuvent être causés aux tiers. Et en individuelle accident, les dommages corporels que l'aéromodéliste lui-même peut subir en pratiquant cette activité sont couverts, que ce soit sur le terrain ou à son domicile (source : FFAM). En revanche, l'assurance n'indemnise pas la perte du drone ni les dommages causés par un crash. C'est pourquoi il est fortement conseillé de débuter avec un drone qui ne « craint rien » pour essuyer les plâtres, avant de passer à un appareil plus sophistiqué. Vous pouvez, par exemple, commencer avec un minidrone d'intérieur, un jouet parfait pour se familiariser avec le comportement d'un quadricoptère et avec les manettes de la radio. L'apprentissage sera plus ludique qu'avec votre drone d'entraînement d'extérieur, surtout lorsque les conditions météo vous empêcheront de voler.

Figure 3-1. Le Hubsan X4 H107C, un parfait compagnon de jeu pour découvrir les joies du multirotor à la maison et dans le jardin.

On commence toujours par apprendre à voler en vue. Ce n'est qu'après avoir acquis une bonne maîtrise de cette étape que l'on passe au vol en immersion (FPV) ou sur un écran.

Choisissez un terrain autorisé, suffisamment grand et dégagé, un jour où la météo est favorable avec un vent faible ou nul, et assistez-vous si possible d'un accompagnateur expérimenté.

LE DÉMARRAGE ET LE DÉCOLLAGE

Bien qu'aujourd'hui les drones proposent des assistances de vol, notamment le décollage automatisé, il est préférable d'apprendre à décoller manuellement (en mode GPS stabilisé tout de même) pour mieux ressentir la sensibilité de la manette des gaz.

Vérifiez bien le montage et le serrage de chacune des hélices (CW et CCW) sur les moteurs pour qu'il y ait adéquation entre eux. La plupart des couples moteur/hélice ont désormais un détrompeur pour empêcher que l'on ne les monte à l'envers. Si ce n'est pas le cas sur votre drone, pensez-y à chaque fois et vérifiez-les plutôt deux fois qu'une. Vous éviterez ainsi de casser vos hélices au décollage ! De préférence, établissez une check-list prévol (pour voir un exemple de check-list type, rendez-vous au chapitre 6) pour n'oublier aucune vérification de sécurité.

Démarrer

Avant toute chose, allumez la radiocommande et vérifiez que le niveau de

batterie est suffisant et que le modèle sélectionné correspond bien au drone que vous allez faire voler.

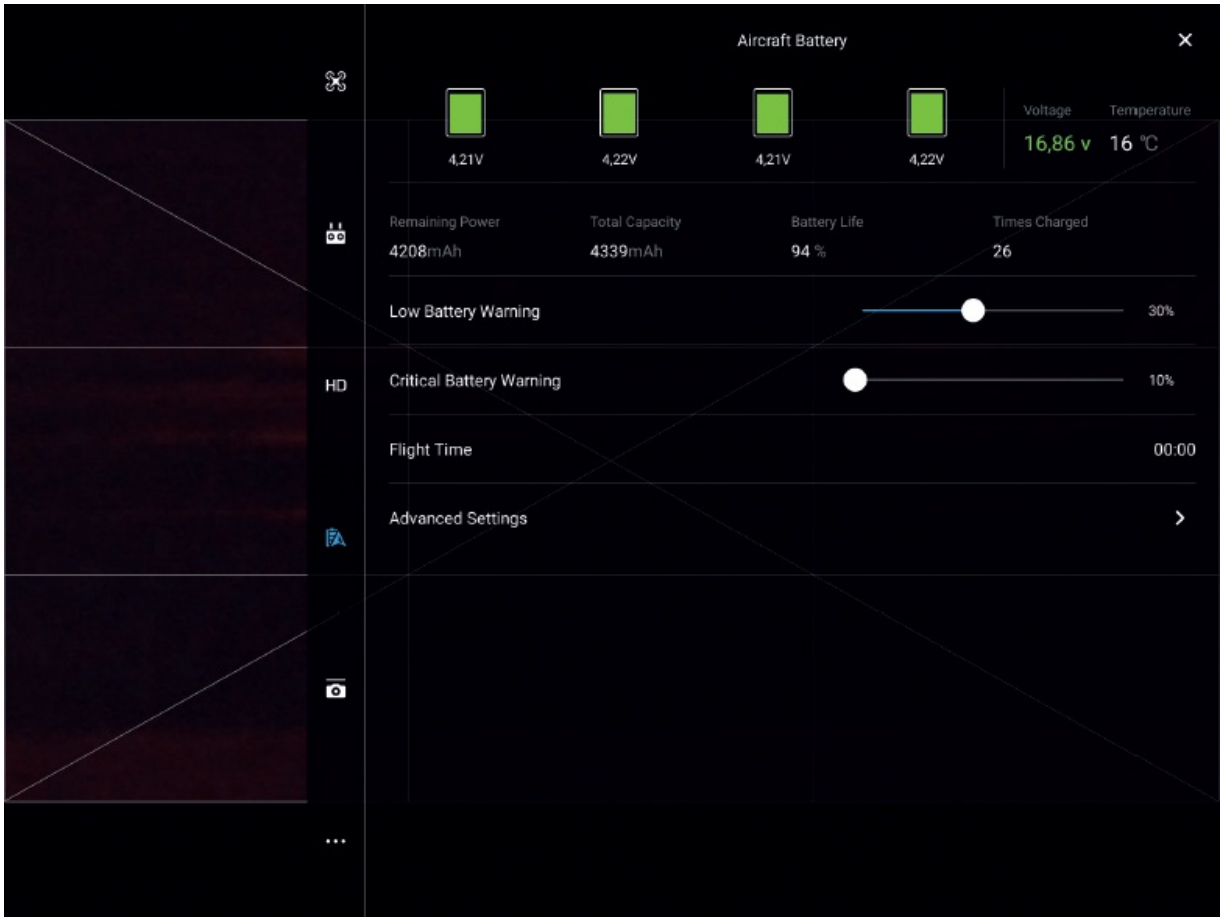


Figure 3-2. Le panneau de contrôle DJI GO donne toutes les informations sur l'état de la batterie du Phantom.

Lorsque vous branchez la batterie (après avoir vérifié son niveau de charge) ou appuyez sur le bouton de mise sous tension de la machine, les moteurs ne se mettent pas tout de suite à tourner. C'est tout à fait normal, il s'agit d'une sécurité de premier niveau. La carte de vol doit s'initialiser et l'antenne GPS doit capter suffisamment de satellites pour autoriser le décollage en mode GPS. Il faut donc patienter quelques dizaines de secondes avant que l'électronique ne donne son feu vert. Ensuite, pour démarrer les moteurs, actionnez simultanément les deux sticks de la radio dans les coins opposés, ou enclenchez l'interrupteur qui fait office de démarreur avec manette des gaz à zéro. Cette procédure est indiquée dans le mode d'emploi du drone. Vous aurez bien sûr pris soin, avant de démarrer les moteurs, de vous placer derrière le

drone à 5 m du point de décollage. C’est là une bonne distance de sécurité pour les premiers essais.

Les moteurs tournent maintenant au ralenti. La première chose à vérifier si c’est un drone de votre conception est de savoir s’ils tournent dans le bon sens. Normalement oui, puisque vous avez déjà testé le sens de rotation chez vous sans les hélices. Si ce n’est pas le cas, annulez le vol et corrigez vos branchements.

Décoller

Commencez par monter et descendre la manette des gaz entre 0 et 50 % (du bas à mi-course) sans toucher l’autre manette, pour écouter les différents régimes des moteurs sans décoller. Jusqu’ici, tout va bien. Dès que vous dépassez vers le haut les 50 % de la course des gaz, le drone s’affranchit de la pesanteur et s’élève vers le ciel à une vitesse proportionnelle à la position des gaz. Cela veut dire que si vous poussez les gaz à fond vers le haut, un Phantom par exemple s’élève à une vitesse de 6 m/s, soit 21 km/h. Il atteint, dans des conditions optimales, une hauteur de 150 m en 25 s seulement ! La vitesse ascensionnelle maximale dépend des caractéristiques techniques de votre appareil. Cette vitesse verticale est à connaître afin de mieux appréhender les situations d’évitement que vous pourriez rencontrer en cours de vol. La vitesse maximale de descente verticale, quant à elle, est de l’ordre de 3 m/s, à moins de couper les moteurs, ce qui n’est pas conseillé ! Pour vos premiers vols, limitez-vous à une hauteur comprise entre 10 et 20 m ; vous diminuerez ainsi votre stress en gardant le drone bien en vue.

Au moment du décollage, vous expérimenterez l’effet de sol qui survient dans le premier mètre. Ce sont les turbulences produites par les hélices qui déstabiliseront le drone et provoqueront parfois des mouvements erratiques susceptibles de vous faire paniquer. Le meilleur moyen de les éviter est de ne pas stationner dans la zone de 0 à 1 m et de décoller rapidement jusqu’à 1,20 m. La hauteur de cette zone de turbulences dépend bien évidemment de la taille du drone.

Après avoir décollé, amusez-vous à faire des ascenseurs *(lifts)* à des vitesses différentes pour ressentir la poussée des moteurs dans un sens (la montée), la portance dans l’autre sens (la descente) et l’inertie à la reprise (la remontée enchaînée pour stopper la descente). L’élévation rapide est un mouvement que vous serez amené fréquemment à employer en vidéo. C’est comme une grue.

Après quelques allers-retours verticaux pour une première prise en main, vous serez en confiance. Cela vous semblera très facile parce que vous serez en mode GPS et vous aurez alors envie de passer à l'étape suivante.

LE VOL STATIONNAIRE ET LES TRANSLATIONS

Jusqu'à présent, vous n'avez utilisé qu'un seul manche, celui des gaz pour décoller, monter et descendre. Vous allez maintenant utiliser le second après quelques manœuvres en vol stationnaire.

Le vol stationnaire

En mode GPS, le vol stationnaire est très facile. Normalement, si vous n'effectuez plus aucune action sur les manettes de la radiocommande, avec les gaz à 50 %, votre drone se maintient dans sa dernière position. Tous les capteurs embarqués jouent alors leur rôle et envoient leurs informations à la carte de vol pour qu'elle compense automatiquement la moindre dérive.

Aujourd'hui, la précision d'un positionnement en mode GPS est impressionnante. On croirait que le drone est posé sur un pied. C'est précisément cette fonctionnalité virtuelle que vous allez rechercher pour des photos, comme un bon trépied bien stable, afin d'obtenir la meilleure composition possible.

Réalisez régulièrement des exercices de positionnement précis sur l'axe vertical. Par exemple, en vous aidant d'un pylône ou d'un arbre pour fixer trois ou quatre repères de hauteurs différentes (3 m, 5 m, 7 m, etc.), montez et descendez de l'un à l'autre le plus vite possible, sans les dépasser. Au début, vous allez faire le Yo-Yo, c'est normal. Puis, petit à petit, vous allez être de plus en plus précis. Votre cerveau intégrera ainsi la relation entre les mouvements de la manette des gaz et ceux du drone.

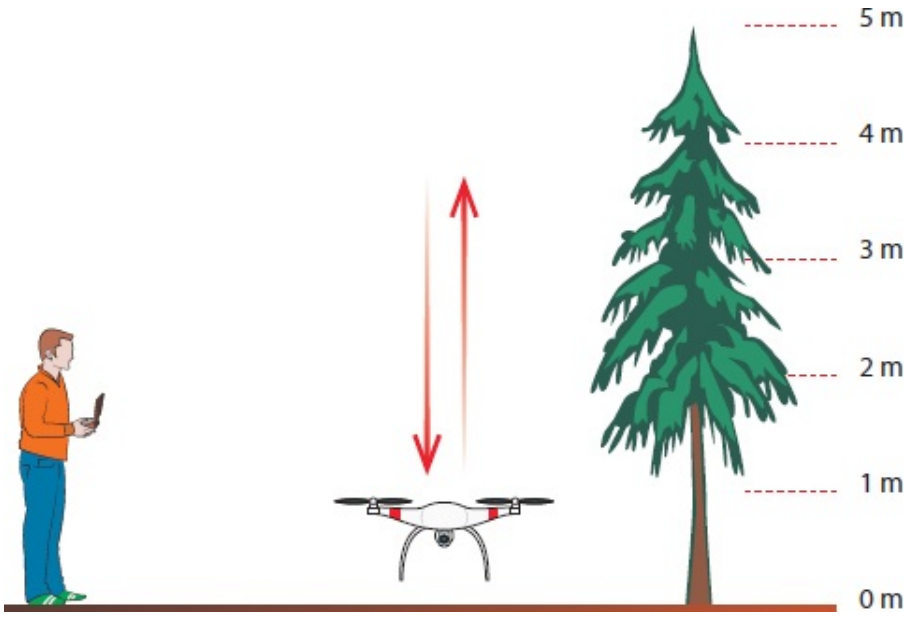


Figure 3-3. Travailler le stationnaire.

Les translations

Après avoir appréhendé l'axe vertical, passons à l'axe horizontal. Vous êtes toujours en mode GPS, celui qui est recommandé pour les premiers vols, car il vous laisse un temps de réflexion lorsque vous devez agir rapidement mais que vous n'êtes pas encore assez rapide – « Ô temps ! suspends ton vol… » comme le disait Lamartine. Vous êtes en stationnaire, le nez de votre drone regarde dans la même direction que vous.

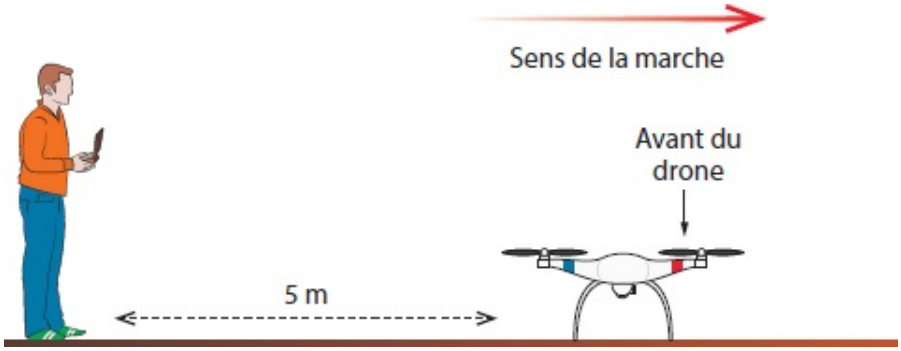


Figure 3-4. Se positionner pour être dans le même référentiel que le drone.

Translation latérale

Quelle que soit votre configuration radio (mode 1, 2, 3 ou 4), si vous déplacez le stick du roll vers la droite, le drone s'incline sur son côté droit et glisse dans

cette direction, qui est également votre côté droit. Si, au contraire, le nez du drone est face à vous, il translate sur sa droite, qui correspond dans cette position à votre gauche. Si le nez du drone est à 90° par rapport à l'axe de votre position, c'est-à-dire de côté sur son flanc droit, alors il se rapproche de vous. Dans ces situations, les ordres semblent inversés ou bizarres et provoquent toujours chez le débutant un moment de grande perplexité, voire de stress profond. Il faut donc entraîner le cerveau à intégrer la position relative du nez (c'est l'avant qui donne le sens de la marche, la direction) par rapport à votre regard.

Translation en profondeur

Le même principe s'applique pour se déplacer en avant et en arrière. On pousse le stick du pitch (profondeur) vers le haut pour avancer et vers le bas pour reculer. Le drone va alors, respectivement, incliner son nez vers le bas et s'éloigner de vous, ou remonter son nez vers le ciel et s'approcher de vous. Les mêmes ordres appliqués à un drone qui a le nez face à vous produisent des translations qui paraissent inversées.

Il faut donc apprendre à bien maîtriser les translations en se mettant dans le même sens de marche que le drone. Pour ce type d'exercices pratiques, on place des points de repère au sol espacés de quelques mètres sur plusieurs lignes droites perpendiculaires. Puis on effectue, à une dizaine de mètres de hauteur, des allers-retours de côté et d'avant en arrière. On prend soin de repasser à chaque fois par le centre en s'immobilisant précisément au-dessus de chaque repère et ce de plus en plus vite, jusqu'à acquérir une bonne maîtrise dans le dosage et l'anticipation de chacune des manœuvres. Les translations précises et douces vous seront très utiles en vidéo, car ils sont vos rails virtuels de travelling.

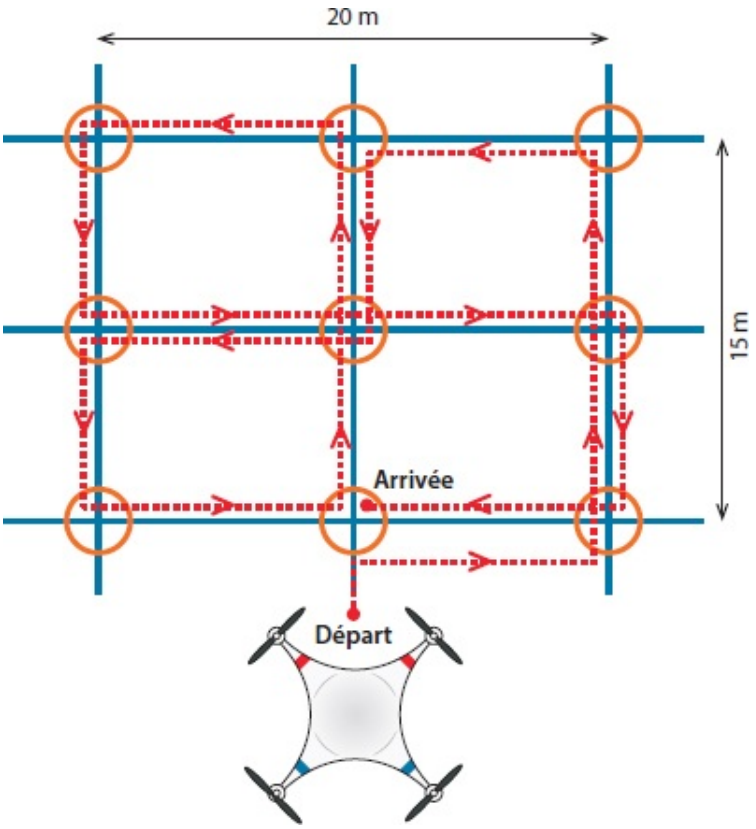


Figure 3-5. Travailler les translations.

LES VIRAGES

Tracer des lignes plus ou moins droites s'est révélé assez facile lors de vos précédentes manœuvres si vous n'êtes pas intervenu sur l'axe de lacet en déplaçant le stick du yaw. Cette quatrième et ultime commande fixe la direction de la machine (le pivotement du drone autour de son axe de lacet). En vol stationnaire, le drone pivote sur lui-même à 360° dans le sens horaire ou antihoraire (du côté où vous avez poussé le stick du yaw) jusqu'à ce que vous replaciez le stick en position neutre.

Il s'agit d'un mouvement simple et utile pour effectuer un panoramique photo ou vidéo, mais pas seulement. En vol linéaire à vitesse constante (avec les gaz et le roulis en position fixe), le yaw sert à donner le cap (et mettre accessoirement la caméra dans l'alignement de ce cap). La combinaison du yaw avec le roll permet des virages et des courbes plus ou moins serrés. Le rayon de courbure du virage et la vitesse tangentielle sont déterminés par le mixage de différentes commandes : le pourcentage du pitch (le degré d'inclinaison de l'appareil par rapport à son axe de tangage), le pourcentage

du roll (le degré d'inclinaison de l'appareil par rapport à son axe de roulis) et le pourcentage du yaw (le degré de rotation de l'appareil par rapport à son axe de lacet). On reconnaît un bon pilote à sa technique de pilotage, qui lui permet d'effectuer des trajectoires avec des courbes et des virages sans dérapage ni survirage. Cette technique est essentielle pour réussir de belles vidéos dynamiques.

En pratique, il convient de s'exercer encore et encore, d'abord à vitesse réduite pour bien intégrer les combinaisons à effectuer sur les manettes de commande pour des virages amples à droite et à gauche. Puis, petit à petit, on raccourcit le rayon et on augmente ensuite la vitesse, jusqu'à ce que ces commandes s'enchaînent naturellement. L'étape suivante consiste à réaliser des cercles dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens antihoraire pour enchaîner avec la figure du 8.

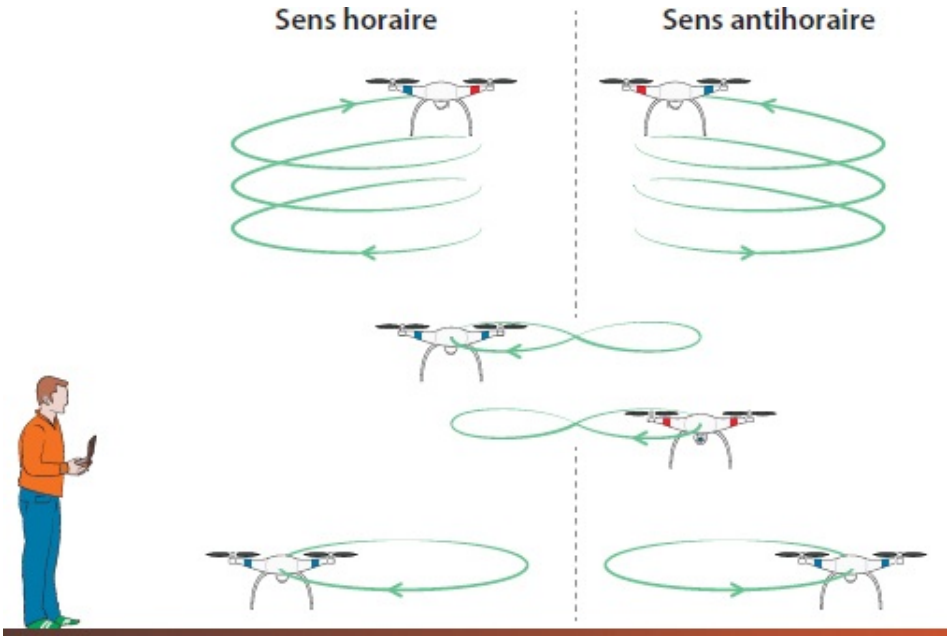


Figure 3-6. Travailler les virages.

Outre les difficultés de coordination propres aux virages, réaliser des cercles demande une plus grande concentration. Vous ne devez jamais oublier où est l'avant du drone parce que c'est avec ce référentiel dynamique que votre cerveau envoie ses instructions à vos doigts posés sur les manettes. Un moment d'inattention et votre belle trajectoire circulaire se termine en lamentable dérapage non contrôlé. En vidéo, la prise sera à refaire ! Autre souci à mentionner : un quadricoptère est une forme en X, donc, à partir d'une certaine

distance, malgré les diodes et des bras de couleurs différentes, il devient très difficile d'identifier l'avant de la machine avec certitude ainsi que son sens de translation. Une question qui se pose alors est la suivante : si je pousse la manette du pitch, va-t-il s'éloigner ou se rapprocher ? Pour cette raison, il est fortement conseillé aux débutants de pratiquer idéalement dans un volume de 25 m de rayon au maximum, loin de tout obstacle. Cela évite de les percuter, de perdre de vue l'appareil ou même de le perdre à jamais, simplement parce que l'on ne maîtrise pas encore les assistances telles que *Course Lock*, *Home Lock* et *Return To Home*.

Astuce

À mes débuts, je n'avais pas de GPS sur le drone, donc pas de RTH (la fonction de retour automatique au point de décollage). Il m'arrivait d'hésiter ou de ne plus savoir où étaient l'avant et l'arrière du drone lorsque j'étais un peu loin. Mais j'avais une petite astuce pour m'y retrouver : je mettais les manettes des gaz et du pitch à fond et, grâce à l'inclinaison prononcée de l'appareil, j'étais capable de retrouver l'orientation du drone.

Figure 3-7. Grâce à l'angle d'inclinaison, on retrouve le sens de l'appareil.

L'ATTERRISSAGE

La dernière étape et la plus délicate, dans ce processus d'apprentissage, est l'atterrissage. Pourquoi délicate ? Parce que vous devez être capable de vous poser sur un point prédéterminé. Cela demande de la précision et de la douceur, afin de préserver la machine, car elle s'accommode mal des chocs qui se transmettent à toute la structure et à l'électronique et les fragilisent à force d'atterrissages brutaux. Ceci inclut la nacelle et la caméra, qui n'aiment

pas non plus la violence. Il convient donc de descendre les derniers centimètres le plus lentement possible, pour se poser comme une fleur sur une zone plate (non inclinée) et sans obstacles qui pourraient accrocher les hélices. C'est pour cette raison que le ou les points d'atterrissage potentiels doivent être déterminés avant le décollage. Parfois le vent s'est levé ou a forci entre le décollage et l'atterrissage, rendant ce dernier plus compliqué en mode GPS. La dérive induite par le vent est sans arrêt compensée par la carte de vol. Le drone en stationnaire se dandine avec une plus ou moins grande amplitude pour retrouver sa position. À proximité du sol, il risque de trébucher et de casser une ou deux hélices. Et en cas de vent, il est préférable de passer en mode stabilisé sans GPS.

Pour s'exercer, tracez des cercles au sol, de plus ou moins grandes tailles et espacés de quelques mètres. Le but est d'aller de l'un à l'autre pour s'y poser puis de décoller à nouveau. Essayez, vous verrez ! Ce n'est pas la même chose que d'atterrir devant soi à 3 ou à 15 m.

À présent, éteignez les moteurs. Mission accomplie ! Si vous avez effectué votre premier vol sans encombre, c'est tant mieux. Bien entendu, l'accomplissement de tous ces exercices lors de votre premier vol est impossible. Vous aurez besoin de plusieurs sessions pour acquérir les automatismes élémentaires à l'achèvement de cette première étape. Et ce n'est pas encore fini, parce que l'entraînement se poursuit en franchissant une deuxième étape puis une troisième où vous allez rencontrer à chaque fois de nouvelles difficultés que vous surmonterez par un entraînement intensif. C'est seulement ainsi que vous pourrez intégrer tous les automatismes permettant de voler en sécurité et avec plaisir.

L’entraînement

L’entraînement est la base du pilotage. Lorsque vous estimerez savoir piloter ou posséder les capacités suffisantes, ne croyez pas que c’est comme le vélo, acquis pour toujours. Vous devrez entretenir vos capacités, vos réflexes, vos automatismes par un entraînement régulier et sérieux, tout en variant les circonstances pour éviter de vous ennuyer.

PROGRESSER PAR ÉTAPES

Lors des premiers vols, nous vous conseillons de placer l’avant du drone dans la direction de votre regard. La machine est ainsi dans votre référentiel par rapport à l’espace environnant. Votre cerveau n’a donc pas d’effort particulier à fournir pour envoyer les bons ordres à la machine.

La deuxième étape de l’entraînement au pilotage consiste à accomplir tous ces exercices en changeant le référentiel de la machine par rapport au vôtre. Nous avons évoqué cette situation en début de chapitre. Commencez avec l’avant du drone face à vous (à 180°), ce n’est pas évident au début, surtout lorsque vous alternez entre les référentiels au cours d’un même vol. Pour compléter cet apprentissage, accomplissez ensuite ces exercices avec l’avant du drone à 90° et à 270°. Et, à partir de là, vous pourrez commencer à piloter et à filmer en même temps !

La troisième étape consiste à vous affranchir du mode GPS et à passer en mode stabilisé sans assistance GPS pour accomplir toutes les manœuvres apprises. C’est un peu déroutant dans les premiers temps, parce que les ordres paraissent moins précis, moins immédiats. Cela se traduit notamment par un drone qui continue sur son erre lorsqu’on réduit la vitesse à zéro (en remettant la manette du pitch ou du roll en position neutre), alors qu’en mode GPS, il se verrouillait instantanément en position fixe. Sans l’assistance GPS, avec une brise même légère, le drone ne suivra pas une trajectoire rectiligne entre les points A et B si vous ne compensez pas par une force contraire et proportionnelle à celle du vent. Apprendre à piloter et se perfectionner sans l’assistance GPS est indispensable pour faire de la vidéo ou même voler lorsque l’acquisition des satellites est impossible.

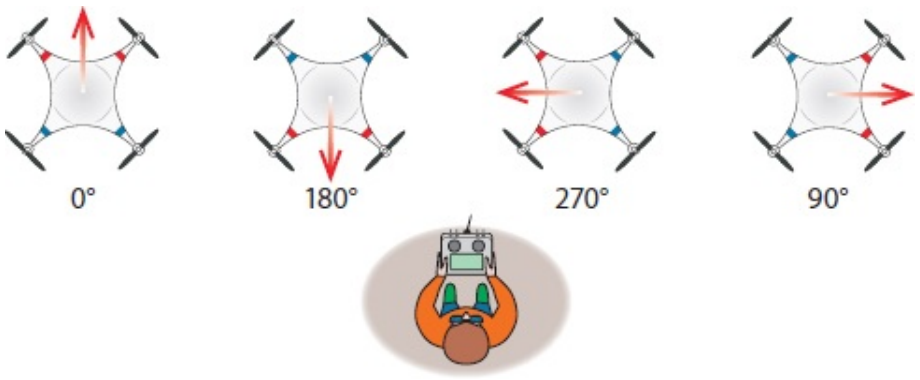


Figure 3-8. Les quatre référentiels à travailler pour acquérir les bons réflexes de pilotage.

LE STRESS DU PILOTE ET LES ASSISTANCES

Tous les pilotes connaissent un état de stress face à des situations nouvelles ou inattendues. Il s'agit d'un phénomène normal. Le stress est provoqué par une alarme face à un danger perçu et souvent bien réel, comme passer à travers des obstacles, perdre le contrôle de l'appareil, etc. En situation de stress, la performance mentale est altérée, entraînant une difficulté à raisonner et à prendre des décisions, des omissions, des erreurs, et cela peut aller jusqu'à la panique. C'est parce que, dans une telle situation, le pilote se focalise sur des détails aux dépens de la situation globale.

Un peu de psychologie

« Tout est dans la tête » a-t-on l'habitude de dire entre nous lorsqu'une difficulté nouvelle ou supplémentaire se présente. Cela nous aide à relativiser, à prendre du recul pour analyser objectivement la situation, à anticiper les bonnes décisions face à cette nouvelle situation. Le fait d'être assisté et conseillé par un autre pilote contribue à baisser le niveau de stress. Nous avons pu également remarquer que, les stress s'additionnant, la résistance s'amoindrit si l'on est déjà exposé à une autre source de stress dans sa vie quotidienne.

Avec les heures de pratique cumulées, l'angoisse rencontrée par le pilote débutant finit par disparaître. En revanche, chaque nouvelle expérience est vécue avec plus ou moins de stress selon le profil psychologique de chacun.

Certaines situations en vol provoquent inévitablement du stress : le vent en bourrasque à partir de 25 à 30 km/h, la hauteur ou la distance à partir de laquelle on ne distingue plus les détails de la structure du drone, les obstacles

qui masquent le drone ne serait-ce qu'un court instant, le survol d'un lac ou de la mer, le vol effectué depuis un bateau, le survol de reliefs vertigineux ou encaissés, le vol dans un espace très restreint, étroit, parsemé d'obstacles, la désorientation complète, etc.

Savoir utiliser les assistances au pilotage à bon escient limite ces montées d'angoisse.

Le RTH

Le *Return To Home* est une assistance très sécurisante pour tous les pilotes, du débutant à l'expert. Son principe est simple : en enclenchant l'interrupteur qui commande cette fonction, le drone revient au point de décollage pour y atterrir. Cela présuppose que le point GPS de départ ait bien été mémorisé. C'est une assistance bienvenue lorsqu'on perd de vue le drone ou que l'on est désorienté, incapable de revenir dans la bonne direction. Cette fonction est également programmable en cas de perte soudaine du signal radio ou de niveau de batterie faible. On parle dans ces cas de *Fail Safe*, bien que cette expression n'exprime pas précisément le retour au point de départ.

L'IOC

L'*Intelligent Orientation Control* est une fonction apparue très vite sur les cartes de vol pour pallier les difficultés d'orientation lors du pilotage en vue des multicoptères. À quelques mètres et à plat, nous avons évoqué plus haut dans ce chapitre toute la difficulté de discerner l'avant du drone malgré les bras et les LED de différentes couleurs. Cette distorsion optique génère des erreurs de pilotage qui peuvent conduire au crash. Pour s'affranchir de cette obligation de savoir en permanence où se trouve l'avant du drone, il suffit d'enclencher l'interrupteur sur la position Home Lock. Ainsi, lorsqu'on tire la manette de profondeur vers soi (en arrière), l'appareil revient vers le point de départ, quelle que soit l'orientation de son nez. Cela présuppose également que le point GPS de départ ait été mémorisé. Il existe une variante de cette fonction appelée Course Lock qui verrouille le cap suivi indépendamment de la position de l'avant du drone. Cette fonction est utilisée en vidéo entre deux points A et B pour dissocier l'axe du lacet de la direction.

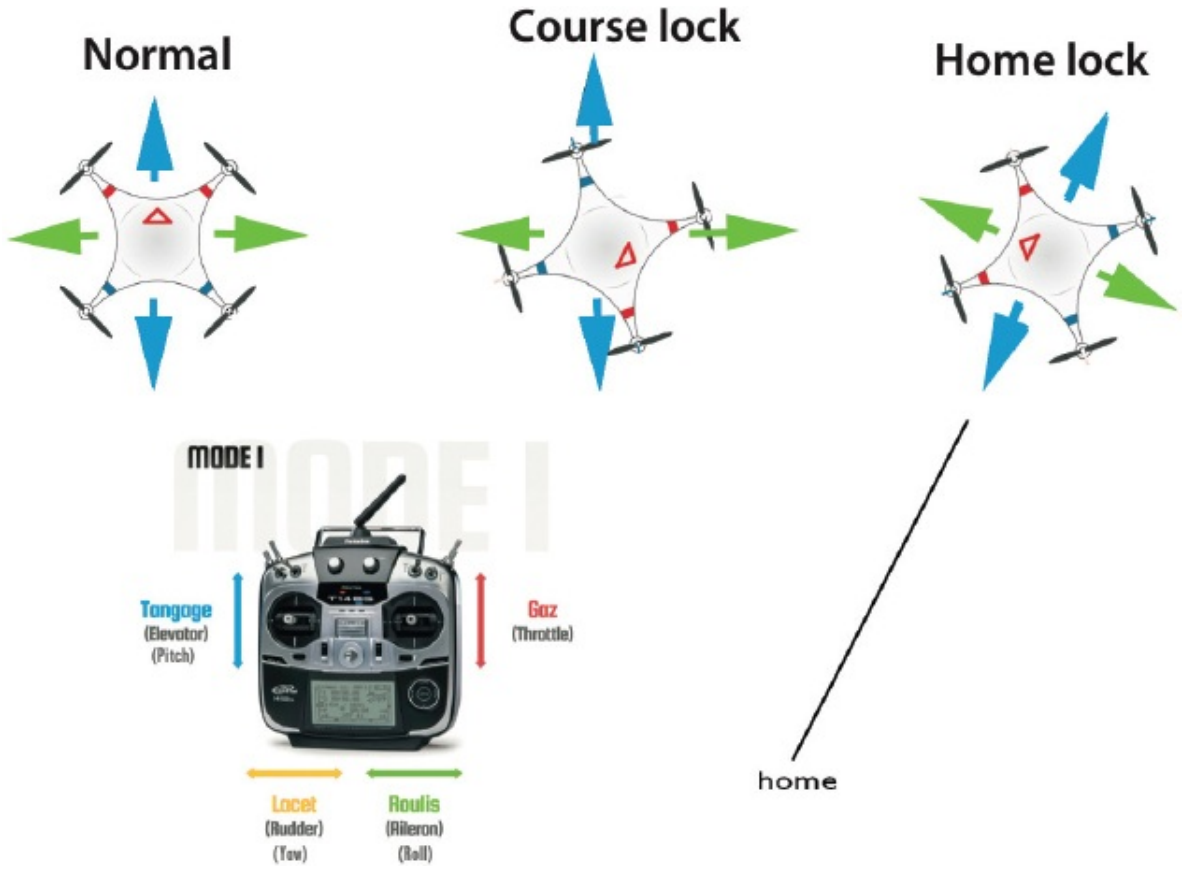


Figure 3-9. Illustration du Home Lock et du Course Lock, appelés aussi « Intelligent Flights Mode » sur le Mavic et le Phantom.

LE TERRAIN ET LES CLUBS

Le développement très rapide des différentes activités autour des drones de loisir a échappé en grande partie à la FFAM, qui n'a pas senti le vent forcir. Reçus plutôt froidement dans certains clubs d'aéromodélistes pratiquant l'avion et l'hélicoptère, les premiers dronistes se sont naturellement constitués en groupes virtuels sur les forums, puis ils se sont rencontrés physiquement sur des terrains privés ou publics pour partager leurs expériences, leurs questionnements et leur passion. Les plus expérimentés ont alors accompagné les premiers vols des débutants, jamais avares de bons conseils. Participer à ces rencontres informelles a été pour moi le meilleur moyen de faire mes premiers pas. J'y ai beaucoup plus progressé en quelques semaines que seul dans mon coin pendant six mois. La réglementation concernant l'emploi des drones de loisir s'étant durcie depuis, cette pratique sauvage tend à disparaître au profit d'une autre activité en plein développement : le FPV racing. On peut

aussi voir là un excellent moyen de s'entraîner au pilotage et au FPV sans perdre de vue l'objectif de la prise de vues. Je pense que ces deux activités sont complémentaires même si les drones utilisés sont radicalement différents.

Le terrain d'entraînement

Trouver un terrain pour s'entraîner peut s'avérer difficile, voire impossible, en ville. Il vaut mieux chercher en dehors de la ville, quitte à faire des kilomètres. C'est compliqué en Île-de-France, et ça l'est tout autant en PACA et probablement dans beaucoup d'autres zones très urbanisées.

Une fois le terrain repéré, vérifiez qu'il ne se trouve pas dans une zone non autorisée aux drones, et que la sécurité des personnes et des biens ne sera pas mise en danger pendant les vols. Il faut ensuite obtenir l'autorisation du propriétaire pour pénétrer ou stationner sur son terrain, ce qui est très contraignant – à moins que vous soyez l'heureux propriétaire d'un terrain d'au moins 5 000 m^2 ! Mais il y a d'autres solutions pour s'entraîner à l'extérieur.

L'État a mis en place un site web interactif présentant les zones soumises à interdictions ou à restrictions pour l'usage, à titre de loisir, d'aéronefs télépilotés (ou drones) sur le territoire métropolitain. Cette carte a été réalisée en se basant sur l'arrêté « espace » du 17 décembre 2015 et elle ne couvre pas les interdictions temporaires. Elle est consultable à l'adresse https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/restrictions-pour-drones-de-loisir.

Les clubs

Sachez que la plupart des clubs affiliés à la FFAM sont en mesure de vous former à l'aéromodélisme. Bien sûr, tous ne proposent pas encore d'activité drone, n'oubliez donc pas de vérifier avant de vous inscrire. Certains clubs organisent leurs séances de formation à des horaires fixes, d'autres peuvent vous proposer des horaires à la carte. Les leçons de pilotage s'effectuent alors en direct sur le terrain avec du matériel en double commande.

Pour bénéficier de l'encadrement des bénévoles instructeurs et des infrastructures d'un club, vous devrez vous acquitter d'une cotisation. En fonction de votre âge, au-delà du droit d'entrée dans le club (en général inférieur à 100 €) et en fonction des infrastructures qu'il met à votre disposition, votre adhésion annuelle variera entre 50 et 150 euros, licence fédérale incluse.

Quelles garanties ?

En souscrivant à la licence fédérale annuelle, vous êtes assuré à deux niveaux :

- d'une part, en responsabilité civile pour les dommages matériels et corporels qui peuvent être causés aux tiers ;
- d'autre part, en individuelle accident pour les dommages corporels que l'aéromodéliste lui-même peut subir en pratiquant cette activité, que ce soit sur le terrain ou à son domicile.

Source : www.ffam.asso.fr

Exclusions de garantie

Ces deux garanties d'assurance sont acquises à la condition expresse que le matériel utilisé soit conforme à la réglementation française. Cette réglementation concerne les catégories d'aéromodèles (catégories A et B) et le matériel radioélectrique, ainsi que l'obligation de porter le marquage CE et de respecter les fréquences de radiocommandes autorisées sur le territoire français.

Source : www.ffam.asso.fr

LES FORMATIONS

Si les formations en club d'aéromodélisme ne vous conviennent pas, il en existe aujourd'hui d'autres dispensées par des prestataires privés. Ces formations sont destinées aussi bien aux particuliers dans le cadre des loisirs qu'aux professionnels se destinant à une activité particulière. Les propositions de formation individuelle ou en groupe ont explosé en quelques années.

Quels sont les avantages de recourir à un instructeur professionnel plutôt qu'à un bénévole dans une association ? Ce n'est certainement pas le prix, puisqu'il faut compter entre 250 et 300 euros par jour de formation, alors que c'est gratuit dans un club, ou moyennant une participation symbolique. Les seuls avantages que je vois dans un organisme de formation émanant d'un opérateur professionnel sont la mise à disposition d'un matériel récent, l'accès à un formateur ayant une expérience de pratique professionnelle, un plan de formation complet et concentré sur quelques jours seulement, l'ouverture vers les activités professionnelles, dont la prise de vues, et, enfin, la validation des acquis par un certificat de formation reconnu pour une orientation

professionnelle. Comme il s'agit de formations professionnelles, sous certaines conditions, elles sont subventionnées par les organismes de formation : CIF, DIF, Fongecif, Unagecif, Pôle emploi et Afdas.

Tout cela relève un peu du luxe, mais si vous êtes impatient ou que vous caressez un projet de reconversion professionnelle, alors pourquoi pas ? Sinon, pour quelques euros, vous pouvez vous payer une formation virtuelle à la maison sur un simulateur.

LE SIMULATEUR

Le simulateur de vol est un complément très appréciable pour apprendre à piloter. Vous allez pouvoir y passer un peu de temps tous les jours pour vous exercer, selon vos disponibilités. Les scénarios et les décors y sont bluffants de réalisme. Avec une garantie de zéro stress et zéro casse, vous expérimenterez encore et encore et pratiquerez les exercices proposés en vous divertissant. Vous pourrez tester des drones de différentes tailles et différents modèles (parmi lesquels il y aura peut-être le vôtre), tout cela avec votre propre radiocommande. Une fois les fonctions FPV, les infos de vol OSD maîtrisées et les nacelles stabilisées comprises, grâce au simulateur, vous passerez sans angoisse du mode stabilisé au mode accro. Dans la vraie vie, il n'y a qu'un switch à enclencher pour passer à ce mode, un petit geste qui change pas mal de choses !

Voici une liste des simulateurs de vol les plus populaires.

- AeroSimRC, bien dans l'esprit drone, propose les modèles suivants : Gaui 330-X, DJI F450, MK-Quadro, MK-Hexa, MK-Okto, DJI Phantom 2, TBS Discovery PRO, Cinestar 8. Ce simulateur contient un vrai programme d'apprentissage progressif avec des exercices et les trois modes de vol GPS, ATTI, accro. Vous trouverez plus d'infos à ce sujet sur www.aerosimrc.com.
- PhoenixRC est un simulateur au réalisme bluffant, mais qui est moins orienté drone. Il propose seulement quelques quadricoptères parmi des dizaines de modèles d'hélicoptères et d'avions : Blade 350 QX, Blade MQX, DJI Phantom V1, Gaui 330-X. Le site www.phoenix-sim.com vous fournira plus d'infos à ce sujet.
- FPV Freerider, Real Drone Simulator, Hotprops, Liftoff et DRL sont des applications issues de la dernière génération de simulateurs orientée FPV Racing. Leur réalisme et le côté ludique de la course en font des applications intéressantes et complémentaires pour apprendre sans s'ennuyer.

Figure 3-10. Un achat qui vous permettra de réaliser des économies et des progrès très rapidement (AeroSIMRC, Phoenix RC ou Freerider).

LES RÉGLAGES DU DRONE

Toute la phase d'apprentissage et d'entraînement sera utilement mise à profit pour régler votre drone. Des réglages seront nécessaires si vous avez assemblé un drone de votre conception, mais pas si vous avez un drone RTF, préréglé en usine et prêt à voler. Viennent ensuite d'autres réglages à effectuer pour optimiser les conditions de prise de vues. En quoi consistent tous ces réglages ?

Les gains et les trims

Les réglages se passent sur le terrain. Leur but est d'obtenir un drone au comportement le plus sain possible sur les axes vertical, de tangage, de roulis et de lacet.

Les gains seront considérés comme bien réglés lorsque le drone obéira aux ordres sans surréagir ni sous-réagir par rapport à vos intentions. Appelés aussi

« PID » (ou proportionnel, intégral, dérivée), ils sont paramétrables via une interface sur ordinateur ou smartphone. La méthode est simple, mais les résultats satisfaisants ne sont pas toujours rapides à obtenir selon les cartes de vol et le drone.

Commencez par régler les PID aux valeurs par défaut recommandées par le fabricant. Si vous n'êtes pas satisfait car le drone est instable sur un ou plusieurs axes, c'est que les gains sont trop hauts et générateurs de vibrations. Cette situation est à bannir absolument lorsque vous filmez ! Inversement, si le drone répond mollement, c'est que les gains sont trop bas. Dans ce cas, commencez par mettre des valeurs assez basses, puis montez-les par palier en fonction du comportement observé en vol. Ces réglages sont spécifiques à chaque modèle, car ils dépendent de leur poids, de leur taille, de leur motorisation, de leurs hélices, de leur centre de gravité, etc. Le réglage des gains n'est pas à négliger non plus sur les drones RTF lorsqu'il est proposé dans les menus de configuration. Sur ce type d'appareils, il n'y a généralement que le facteur P des PID qui doit être réglé. Il est donc beaucoup plus facile de trouver le bon compromis.

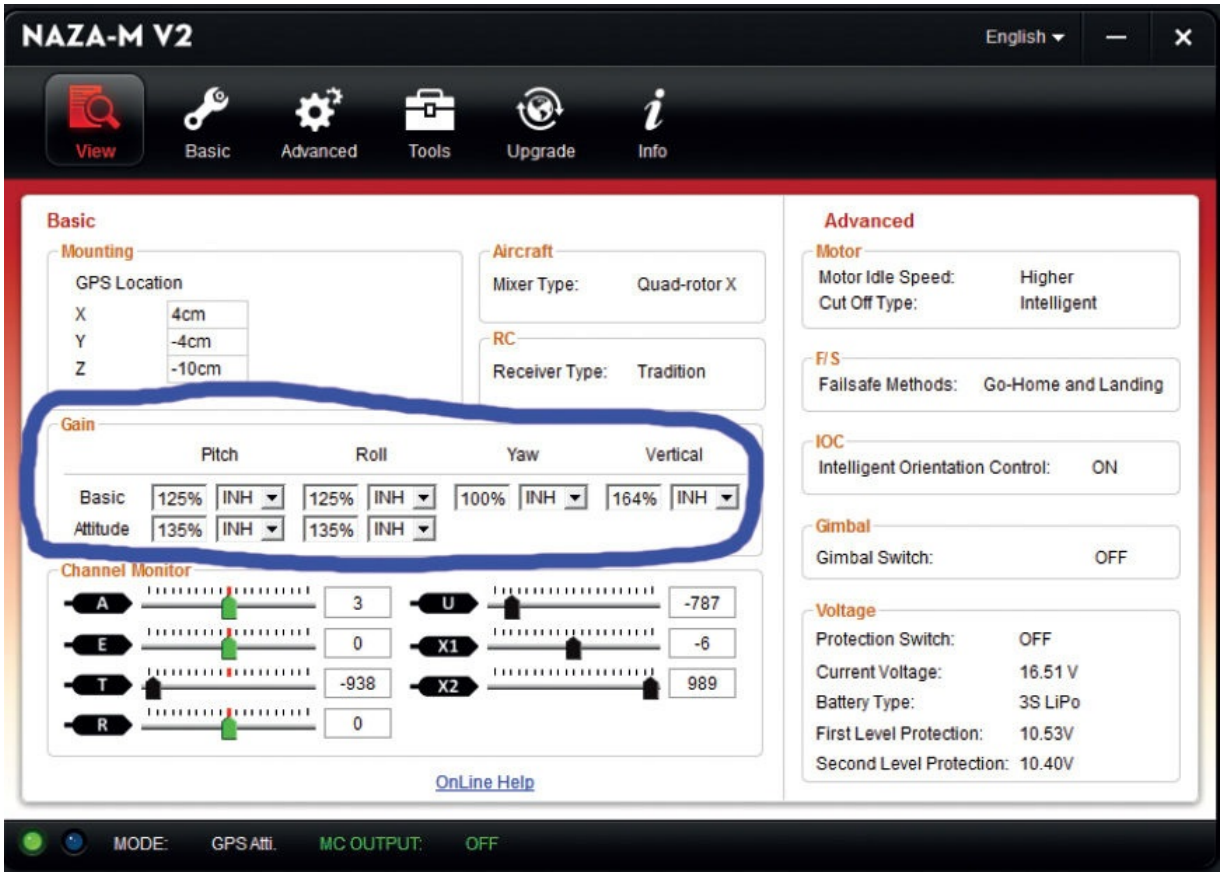


Figure 3-11. L'interface de réglages des gains sur un DJI F450 avec le NAZA-V2.

Pour aller plus loin avec le PID

Un régulateur PID est un système générique de rétroaction qui fonctionne en boucle d'asservissement. La différence entre la valeur mesurée en sortie du processus et le point de consigne (l'objectif à atteindre) est « l'erreur » utilisée pour la régulation par le PID. Le régulateur essaie de réduire cette erreur au minimum en ajustant les entrées du processus.

« La grandeur de correction par le PID, de ces entrées, implique trois paramètres distincts : P (Proportionnel) est la puissance de réaction à l'erreur instantanée, I (Intégral) compense la somme des erreurs passées, D (Dérivée) utilise la variation actuelle pour anticiper l'erreur future. La combinaison de ces trois valeurs détermine l'action de régulation appliquée aux entrées du processus. »

Sources : www.mk-fr.info/forum/index.php?topic = 6957.0 et https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller

Lorsqu'il n'y a pas de vent du tout, le drone en vol stationnaire sans GPS et avec toutes les manettes en mode neutre ne doit pas dériver. Dans le cas contraire, vous devrez soit régler les trims – les boutons à côté des sticks – sur la radio, soit recalibrer la radio. Vous actionnez le trim correspondant à la fonction à ajuster. Par exemple, si le drone a tendance à dériver vers l'arrière, vous agirez sur le trim de la profondeur vers l'avant jusqu'à trouver la position d'équilibre.

Éliminer les vibrations

La recherche des causes de vibrations peut être un véritable casse-tête. Même si elles n'empêchent pas l'appareil de voler, elles perturbent gravement la qualité de la prise de vues, en provoquant des effets de flou de bougé sur les photos et de « jello » sur les vidéos.

Explication du jello

Le terme « jello » est communément employé pour nommer l'effet que produisent les vibrations et la vitesse de déplacement sur les images des caméras numériques en mode *rolling shutter*, méthode de capture de la plupart des caméras embarquées sur les drones. Chaque image d'une scène est saisie verticalement, une ligne après l'autre et non pas en un seul tenant. L'image obtenue selon ce principe n'est donc plus une représentation instantanée de la

scène, mais une reconstitution différée ligne par ligne qui sera affectée par le mouvement et les vibrations.

L'effet jello est remarquable lorsque vous filmez à 130 km/h le bas-côté de la voie d'autoroute sur laquelle vous circulez, ou encore un paysage par la vitre du TGV à 200 km/h. Vous ne le voyez pas pendant que vous filmez, mais lorsque vous visionnez votre fichier vidéo sur écran, vous remarquez que les lignes verticales qui défilent le long de la voie ou de la route sont inclinées. Il apparaît aussi avec les vibrations excessives de la caméra à certaines fréquences. Il n'est pas rare de voir dans les reportages à la télévision à bord de véhicules terrestres ou d'hélicoptères des plans d'images GoPro qui ondulent grossièrement.

Autant dire que votre drone est une généreuse source de vibrations. Vous n'échapperez pas à ce phénomène disgracieux si vous n'éliminez pas son origine, qui est potentiellement multiple : moteurs, hélices, vis et écrous, structure, etc., et gains !

Équilibrage des moteurs et des hélices

La qualité des moteurs actuels n'est pas la cause principale des vibrations. Cependant, une cage ou un axe moteur endommagé suite à un crash en provoqueront systématiquement et vous ne pourrez les éliminer qu'en changeant ces éléments ou le moteur complet. Vous trouverez sur le Web nombre de tutoriels sur l'équilibrage des moteurs.

Les hélices sont une source de vibrations sur laquelle vous pourrez agir beaucoup plus facilement avec des résultats spectaculaires. À l'aide d'un équilibreur d'hélice, ajustez à l'identique le poids de chacune des pales au papier de verre ou avec du Scotch, puis équilibrez le moyeu. Comme pour l'équilibrage des moteurs, le Web regorge de tutoriels qui expliquent la méthode d'équilibrage.

Sachez que les hélices de marque sont aujourd'hui plutôt bien équilibrées et n'ont plus besoin d'intervention. En revanche, une hélice qui finit par s'abîmer en touchant le sol, des projections de cailloux ou de brindilles, ou d'autres obstacles généreront des vibrations. N'hésitez pas alors à la changer au plus vite.

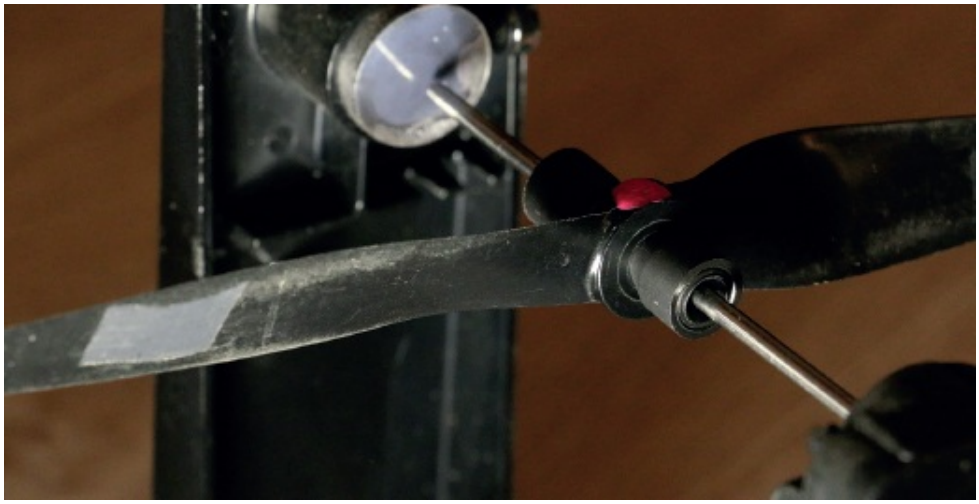


Figure 3-12. Cette hélice est en cours d'équilibrage. On voit le morceau de Scotch sur la pale et le vernis à ongles sur le moyeu.

Figure 3-13. On distingue des entailles sur ces hélices. Elles sont source de vibrations et peuvent se casser en vol. Il faudra les changer d'urgence !

Amortir la nacelle

Le montage de la caméra sous le drone nécessite l'utilisation d'amortisseurs en caoutchouc (appelés *dampener* en anglais) pour filtrer les vibrations. Les nacelles du commerce sont préconfigurées avec des amortisseurs plus ou moins durs. Si vous modifiez le centre de gravité de votre drone en ajoutant un accessoire (un émetteur vidéo, un OSD, une antenne, etc.), vous risquez de créer ou d'augmenter les vibrations. Dans ce cas, il faudra tester de nouveaux amortisseurs pour retrouver la fréquence de vibration qui permet une image acceptable.

Figure 3-14. Sur la nacelle du Phantom Pro, les dampeners de différentes duretés sont livrés avec le drone.

Maquiller le jello

Après avoir réduit au maximum toutes les sources de vibrations, il reste encore quelques astuces pour que l'effet jello résiduel disparaisse. Mais comment ? Ajoutez sur l'objectif un filtre gris neutre ou polarisant et adoptez une cadence image élevée.

Un filtre ND réduit la quantité de lumière et entraîne une augmentation du temps d'exposition. La vibration se transforme alors en flou, ce qui est esthétiquement mieux qu'une déformation. Et une cadence d'images élevée (50 à 60 ips), en plus du filtre gris, limite le flou de vibration. Ajoutez enfin un pare-soleil. Il n'a aucun effet sur les vibrations, mais il évite ou, au moins, minimise le *flare* du à une diffusion parasite de la lumière à l'intérieur de l'objectif. Ce sont ces reflets qui se manifestent lorsqu'une lumière intense se reflète à l'intérieur de votre appareil, entraînant alors l'apparition de points lumineux et de rais de lumière sur vos photos et vidéos. Le pare-soleil protège l'objectif de la poussière et des traces de doigts. Personnellement, je le laisse en permanence sur l'objectif. (Tous les réglages photo et vidéo propres à la prise de vues avec un drone sont traités dans les chapitres suivants.)

PILOTER ET FILMER EN MÊME TEMPS

Après avoir appris à piloter en vue sans utiliser la caméra, vous avez le choix pour photographier ou filmer : le FPV ou le retour-écran – le matériel nécessaire est décrit et expliqué au chapitre 2. Mais que faut-il savoir avant de se lancer en FPV ou avec un écran ?

Ce que dit la réglementation

Un aéromodèle évolue « en vue » lorsque ses mouvements se situent à une distance du télépilote telle que celui-ci conserve une vue directe sur l'aéronef (sans l'aide d'aucun dispositif optique autre que ses lunettes ou ses lentilles de correction le cas échéant). De plus, l'environnement aérien doit être dégagé. Cela lui permet de détecter tout rapprochement d'aéronef et de prévenir les collisions.

Source : DSAC (http://www.developpement-durable.gouv.fr/drones-loisir-et-competition)

Le FPV

Le FPV *(First Person View)* que l'on pratique exclusivement avec des lunettes en totale immersion ouvre de nouvelles sensations inédites. Votre vision est limitée au champ de la caméra. Ce n'est plus une vision naturelle, mais une vue filtrée par l'objectif de la caméra avec ses déformations et ses aberrations chromatiques. Vous n'avez plus les mêmes repères d'horizon, de profondeur, de relief auxquels votre cerveau vous a habitué. Vous n'avez que la vision de la caméra embarquée, verrouillée dans la direction prise. L'environnement qui se trouve en dehors du champ de vision de la caméra n'est plus accessible en tournant la tête ; il faut alors jouer du yaw ou effectuer un demi-tour, sauf si vous avez une caméra pivotant à 360°.

Les premiers vols sont un peu déroutants. Vous aurez du mal à apprécier les distances qui séparent l'appareil de vous-même et des obstacles, la hauteur de vol, l'assiette, le cap. C'est là que la télémétrie via l'OSD vous apportera un confort certain en vous fournissant ces informations. La définition des lunettes ne permet pas de voir les détails. Par exemple, il est impossible de visualiser les ramilles d'un arbre sans feuillage tant que vous n'êtes pas à moins d'un mètre. Mais à 36 km/h, vous n'avez plus le temps de les éviter ! C'est déroutant aussi lorsque le signal vidéo s'affaiblit et se brouille, et que l'image devient illisible ne serait-ce que quelques instants. Vous naviguez dans le brouillard complet en attendant que l'image veuille bien réapparaître ! Lorsque vous pilotez en photographiant, vous vous concentrez en plus sur le cadrage, l'orientation de la nacelle, les paramètres de la prise de vue. Et si vous filmez,

il faut en plus coordonner les mouvements de la caméra avec la trajectoire et la vitesse du drone.

En revanche, le vol en FPV est plus facile que le vol en vue parce que plus naturel dans le passage des ordres entre votre cerveau et celui de la machine. Le premier est adapté à la vidéo et au vol longue distance, ou rapide, lorsque le second n'est plus possible, sous réserve de respecter la réglementation (voir l'encadré ci-après).

Le pilotage combiné en vue et avec un écran

Pour réaliser des photos ou des vidéos en pilotant le drone en vue, il faut impérativement un retour image au sol. Un écran de 5 à 8 pouces est largement suffisant pour contrôler et corriger le cadrage. Cette configuration de prise de vues est bien adaptée à la photographie qui exige un vol plus stationnaire que dynamique, pour composer et exposer.

L'écran, grâce à une meilleure définition, restitue davantage les détails que les lunettes. Grâce à lui, votre accompagnateur peut visualiser l'image en même temps que vous et partager le vol. Il est également bien adapté au vol longue distance au même titre que des lunettes FPV, mais il ne procure pas du tout les mêmes sensations d'immersion. En vol dynamique, l'écran crée de la distance ; on se sent alors moins proche de la scène et on est plus facilement déconcentré par ce qui nous entoure et ce qui parasite notre champ de vision. C'est comme si l'on avait deux visions à analyser en même temps : celle de la caméra à travers l'écran et celle qui est extérieure à lui (le hors-champ).

Ce que dit la réglementation

Dans certains cas d'utilisation, l'aéromodèle peut être contrôlé par une personne ne l'ayant pas en vue directe ou n'étant pas en mesure de conserver en permanence une perception suffisante de l'appareil et de son environnement. C'est le cas, par exemple, des vols dits « en immersion », ou *First Person Vision* (FPV), des vols en mode suiveur, ou *follow me*, lorsque la personne suivie est trop prise par son activité ou lorsque le drone est en dehors de son champ de vision. Ces utilisations ne sont autorisées qu'à la condition qu'une autre personne conserve à tout instant l'aéromodèle en vue directe et soit ainsi en mesure de veiller à la sécurité du vol. Cette seconde personne doit disposer de sa propre commande ou, à défaut, être en mesure à tout instant d'accéder à la radiocommande dans des conditions permettant de maintenir la sécurité du vol. Toutefois, dans le cas d'un aéromodèle de masse inférieure ou égale à 2 kg, évoluant à une distance horizontale maximale de 200 m du télépilote et à une hauteur maximale de 50 m, cette seconde personne peut ne pas avoir accès aux commandes de l'aéronef mais doit pouvoir informer le télépilote en temps réel des dangers éventuels. La consultation par le télépilote d'un retour vidéo (ou de tout autre écran de

contrôle) n’est pas considérée comme du vol en immersion nécessitant une autre personne, si le télépilote, par un circuit visuel approprié, conserve une perception suffisante de l’aéronef et de son environnement.

Source : DSAC (http://www.developpement-durable.gouv.fr/drones-loisir-et-competition)

Vous avez quelques heures de pilotage qui vous ont familiarisé avec l’attitude de votre drone et ses multiples fonctionnalités. Vous allez donc pouvoir maintenant vous concentrer sur la prise de vues. Les deux chapitres qui suivent décrivent en détail les réglages de la caméra en mode vidéo et photo, et les techniques de prise de vues aériennes.

CHAPITRE 4

RÉUSSIR SES VIDÉOS

Dès leur apparition, les appareils photo numériques ont proposé un mode vidéo. Très vite, de nombreux professionnels, suivis par des amateurs, se sont emparés de ces petits bijoux pour réaliser des vidéos de qualité professionnelle avec un budget serré.

Figure 4-1.Le milieu du cinéma et de la publicité a adopté les gros porteurs. Ici, le M600 DJI avec une caméra RED.

Grâce à leurs qualités et à leur faible poids si on les compare à une caméra traditionnelle, ces reflex numériques ont tout naturellement pris place sur les drones professionnels de type hexacoptère et octocoptère.

Figure 4-2. L'octocoptère DJI S900 avec un Lumix GH4 de Panasonic.

En revanche, pour les dronistes de loisir, il n'était pas question d'embarquer un matériel aussi onéreux pour réaliser des photos ou des vidéos. C'est pourquoi la caméra GoPro s'est alors majoritairement imposée dans ce domaine et parmi les professionnels travaillant avec des drones de moins de 2 kg. Les capacités incroyables et longtemps inégalées de cette mini-caméra, avec un poids inférieur à la centaine de grammes, ont largement contribué à ce succès. Puis, en 2013, sont apparues les caméras intégrées avec leur nacelle.

Figure 4-3. Un drone optimisé pour la vidéo avec une GoPro. Un concept qui a vécu.

Figure 4-4. Dans la famille DJI, le Mavic Pro avec sa microcaméra 4K et 12 MP s'est taillé une part de marché enviable.

Figure 4-5. Le Q500 de Yuneec avec sa caméra intégrée. Le challenger le plus sérieux du Phantom de DJI.

Figure 4-6. Le Bebop2 de Parrot avec sa caméra intégrée. Un jouet bien séduisant pour débuter.

Les réglages de base de la caméra

Avant d'aborder cette section, demandez-vous quelle sera la destination de vos vidéos et leur mode de diffusion. Allez-vous les visionner uniquement sur l'écran de votre ordinateur, de votre tablette ou de votre télévision ? Ou souhaitez-vous aussi les partager sur le Web, sur votre blog ou sur YouTube ?

En fonction de la destination de vos vidéos, vous devrez fixer la définition de l'image, le champ de vision et la cadence image. Ce n'est qu'ensuite, sur le lieu du tournage, que vous effectuerez les réglages d'exposition les plus appropriés en vous aidant des recommandations livrées ici.

LA DÉFINITION DE L'IMAGE

La définition de l'image est une notion essentielle lorsqu'on parle d'image numérique, mais il règne autour d'elle une certaine confusion.

Qu'est-ce que la définition ?

La définition correspond au nombre de pixels contenus dans chaque image (ou *frame*, en anglais) de votre vidéo. Les termes 4K, Ultra-HD (ultra-haute définition, ou UHD) et HD sont employés aujourd'hui pour caractériser ce nombre. Par exemple, une image HD contient 2 073 600 pixels, ce qui correspond au nombre de pixels par ligne (1 920) multiplié par le nombre de lignes (1 060).

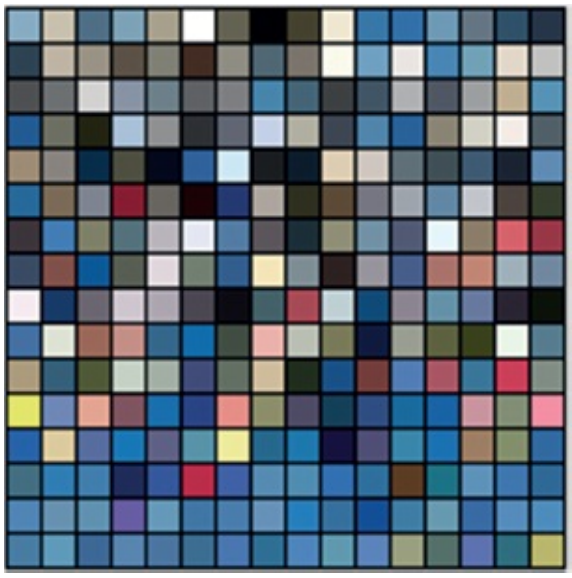


Figure 4-7. Cette image a une définition de 16 × 16 pixels, soit 256 pixels.

Attention, ne confondez pas la définition avec la résolution, comme on le voit souvent. Lorsque la définition est rapportée à la taille de votre écran (ou aux capacités de votre imprimante), on parle alors de résolution. Elle est déterminée par le nombre de pixels (ou de points, pour une imprimante) par unité de longueur, c'est-à-dire la densité ou le nombre de pixels que l'on peut placer à l'intérieur d'une unité de longueur donnée.

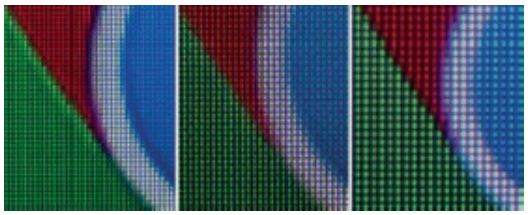


Figure 4-8. Trois résolutions différentes pour la même image : 538 ppp, 445 ppp et 318 ppp.

Pour bien comprendre, prenons l'exemple d'une télévision Full HD de 26 pouces (de diagonale). Sa largeur étant d'environ 22,7 pouces pour afficher 1 920 pixels, sa résolution est donc de 1 920/22,7, soit 84,6 pixels par pouce (ou ppp, ou ppi pour *pixel per inch*) — 1 pouce équivaut à 2,54 cm. La version 52 pouces de cette même télévision est de 45,3 pouces de largeur ; la résolution est donc de 42,4 ppp. Pour une même définition native d'un écran, la résolution est toujours plus faible sur l'écran le plus grand. Si l'on prend l'exemple d'une photo numérique de 5 millions de pixels, son tirage sur papier

au format A3 aura une résolution inférieure à celle d'un format A4.

Course à la définition

Jusqu'où ira cette course à la définition en ce qui concerne nos télévisions ? Les experts s'accordent à dire qu'au-delà de l'Ultra-HD, l'œil humain ne saura généralement plus faire la différence ! Sur un écran HD natif (une télévision ou un écran d'ordinateur), une vidéo à la définition 4K n'aura pas un meilleur rendu qu'une vidéo à la définition HD.

Quelle définition adopter pour filmer avec un drone ?

Quand une caméra telle que la GoPro propose pas moins de huit définitions, huit cadences et quatre champs de vision différents, il est difficile d'être sûr que le mode employé est le plus adéquat pour ce que l'on filme, les combinaisons possibles étant tellement nombreuses. Mais rassurez-vous, une dizaine seulement sont réellement utilisables en vidéo.

À savoir

On peut considérer que les caméras intégrées du Phantom 3 ou 4 et du Bebop Parrot ont sélectionné les combinaisons les plus appropriées, ce qui explique qu'elles offrent moins de possibilités que la caméra GoPro.

Si vous disposez d'une télévision 4K (il s'agit en fait de l'UHD à 3 840 × 2 160 pixels), d'un ordinateur capable de lire nativement les fichiers UHD et d'un logiciel de montage vidéo compatible UHD, alors n'hésitez plus et choisissez les définitions 4K (3 840 × 2 160 pixels) à 30 images/s ou 2,7K (2 704 × 1 520) à 60 ou 50 images/s pour profiter pleinement de vos vidéos.

Définition

La cadence image se mesure en nombre d'images par seconde, que l'on note « ips » ou « fps » pour *frame per second*.

L'autre avantage de ces très hautes définitions est de vous donner une grande latitude pour améliorer et corriger vos vidéos en postproduction avant la conversion en HD ou pour extraire des photos de bonne qualité à 8 millions de

pixels. Sachez que certains prônent l'utilisation systématique de ces grandes définitions (4K ou 2,7K). Certes, c'est une bonne solution, mais elle suppose de passer beaucoup de temps au moment du montage. À vous de voir si ça ne vous fait pas peur ! Mais n'oubliez pas que pour exploiter et éditer ces fichiers vidéo pour un montage, il vous faudra un PC performant (avec un processeur de dernière ou avant-dernière génération, 16 Go de mémoire vive au minimum et une véritable carte graphique).

Avant l'étalonnage (ou correction colorimétrique), vous pourrez corriger :

- la déformation de l'objectif (d'autant plus marquée que l'angle est grand), caractéristique des images prises avec la GoPro en Wide, qui correspond à un champ de vision d'environ 170° ;
- les hélices, les pieds et les bras du drone qui apparaissent intempestivement à une certaine vitesse, à contrevent ou sur une manœuvre un peu brutale du yaw (lacet) ;
- les secousses et tremblements, afin d'obtenir en théorie une image stable et parfaitement fluide en Full HD, et ce, en appliquant l'effet de stabilisation qui recadre en zoomant et en lissant les images.

En pratique

Ce travail en postproduction ne garantit pas 100 % de résultats satisfaisants. Si votre drone produit des vidéos « secouées », je vous conseille de vous attaquer d'abord à l'origine du problème : les secousses sont-elles dues à votre façon de piloter ? Êtes-vous trop brutal ? Les vibrations proviennent-elles de la nacelle, de ses amortisseurs trop durs ou trop mous, de la caméra mal fixée, des vibrations des moteurs, du mauvais équilibrage des hélices, des gains ou PID trop élevés, du vent trop fort ? Rendez-vous au chapitre 3 pour en savoir plus sur ces questions.

Si vous n'êtes pas encore équipé en 4K, préférez la définition HD (1 920 × 1 080 pixels) à 60 ou 50 ips qui vous donnera entière satisfaction que les images soient destinées à être regardées sur une télévision, sur l'écran d'un ordinateur ou partagées via Internet.

À part le 720p à 120 ou 240 ips pour réaliser de magnifiques ralentis, les autres définitions n'ont à mes yeux que peu d'intérêt pour filmer avec un drone, mais elles ont le mérite d'exister et d'avoir probablement une réelle utilité dans d'autres circonstances. Rien ne vous interdit de les tester !

LE CHAMP DE VISION

Vous avez le choix entre trois modes FOV *(Field Of Vision)* sur la caméra GoPro : Wide (ultra-large), Medium (moyen) et Narrow (étroit), qui correspondent respectivement à un champ de vision d'environ 170°, 127° et 90°. Sur les caméras Hero3+, 4 et 5, GoPro propose en plus un mode SuperView (S) associé aux définitions 4K, 2,7K, 1 080p et 720p, mais limité à quelques cadences images seulement. Ce mode couvre un champ de 170° comme le Wide, à la différence que l'image subit un traitement à l'enregistrement pour lui donner un effet plus immersif.

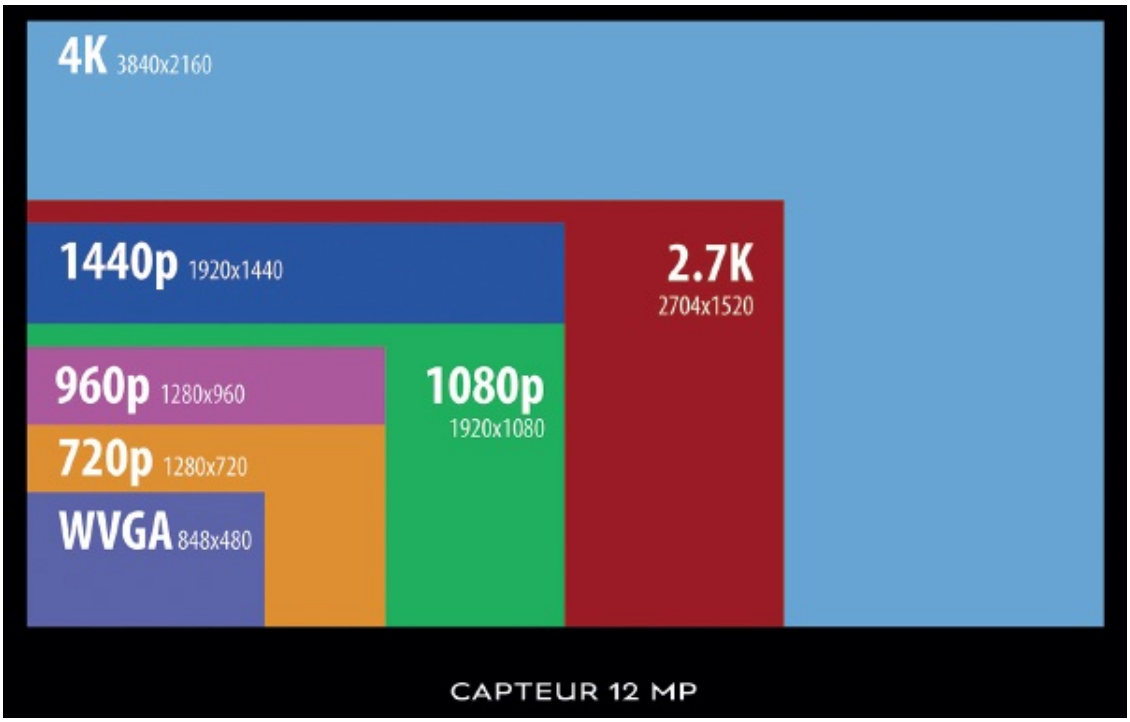


Figure 4-9. Les définitions sur le capteur d'une GoPro.

Le capteur de la GoPro étant au format 4:3, lorsque la caméra filme en 16:9, elle rogne en haut et en bas de l'image pour obtenir le bon ratio. Seul le FOV Wide utilise une plus grande hauteur que Medium ou Narrow, et toute la largeur du capteur. C'est ce qui explique que les bras et les hélices du drone sont moins visibles en mode Medium et totalement inexistants en mode Narrow.

Pour vous donner une idée du résultat obtenu, voici quatre images d'une même vue vidéo, réalisées avec la GoPro dans les quatre FOV.

Figure 4-10. En mode Wide, toutes les bordures du pare-soleil sont visibles.

Figure 4-11. En mode Medium, les bordures du pare-soleil n’entrent plus dans le cadre.

Figure 4-12. En mode Narrow, seule la partie centrale du capteur (30 % de la surface) définit le périmètre de l'image.

Figure 4-13. En mode SuperView, les bordures du pare-soleil sont visibles.

Le mode Wide

Le mode Wide (ultralarge) est disponible dans toutes les définitions, du 4K au 720p. C'est le FOV qui produit les images les plus larges en utilisant toute la largeur du capteur. La caméra redimensionne alors l'image pour l'adapter à la définition de sortie.

L'inconvénient de ce mode, c'est qu'il laisse apparaître les hélices et les bras et

produit une image déformée et disgracieuse sur les bords. Il sera toujours possible de la recadrer au montage en zoomant à l'intérieur ou de la redresser en appliquant un effet qui revient aussi à zoomer. Pourquoi alors ne pas préférer le mode Medium, qui minimise ces distorsions à l'enregistrement ?

Le mode Medium

Le mode Medium (moyen) est proposé seulement dans les définitions 2,7K, 1080p et 720p. Il saisit une fenêtre au milieu du capteur, partie de l'image où la déformation est moins visible. Les bords du capteur ne sont pas utilisés, mais la taille brute de la capture reste toujours supérieure à la définition 2,7K, 1080p et 720p. L'image est ensuite redimensionnée pour correspondre à la définition choisie.

Selon moi, il s'agit du champ de vision offrant le meilleur résultat brut sorti de la carte SD. Il garantit une déformation de la lentille moins exagérée qu'en Wide et a fortiori en SuperView. Ceci est valable tant que l'on conserve l'horizon au centre de l'image et que l'on ne vole pas au milieu d'éléments verticaux (tels que des buildings, des mâts ou une forêt). Par ailleurs, les hélices, les bras et les pieds n'apparaissent pas dans le cadre à la moindre accélération ou dans un virage un peu serré. Enfin, et ce n'est pas le moindre de ses avantages, l'image conserve plus de détails qu'en mode Narrow.

Avis d'expert

Si vous ne deviez choisir qu'un FOV, optez sans hésiter pour le mode Medium. Peu importe les circonstances, il capturera de belles images.

Le mode Narrow

Le mode Narrow (étroit) est disponible seulement pour les définitions 1080p et 720p. L'image ainsi obtenue est assez propre, mais elle est aussi sujette à plus de bruit numérique dans des conditions de faible luminosité, et il y a plus d'effets parasites en 1080p qu'en 720p. Par ailleurs, le rendu des détails sera moins net (il y aura moins de piqué) car le mode n'utilise que 30 % du capteur, soit une fenêtre de capture de 1 200 × 900 pixels, proche de la taille native en pixels d'une image 1 920 × 1 080 pixels. Cela revient donc à étirer l'image afin de l'adapter au format 1080p de sortie. Mais attention, plus vous réduirez le champ de vision, moins vous obtiendrez de précision dans le détail.

Signalons que le mode Narrow en 720p à 120 images/s pour des ralentis propres *(slow motion)* et sans crénelage *(aliasing)* est époustouflant. Il est idéal pour les vidéos de surf, VTT, moto-cross, etc., que vous diffuserez sur Internet.

Le champ de vision en Narrow est semblable à celui d'une vidéo prise avec un reflex en 50 mm et 16:9. On pourrait d'ailleurs croire qu'il ne s'agit pas d'une vidéo GoPro car les verticales et les horizontales sur les extrémités sont rectilignes.

Ce mode est séduisant pour filmer des sujets de grande taille et immobiles (par exemple, un monument ou une sculpture), avec le drone en stationnaire sous une bonne lumière. Grâce à la vision rapprochée, vous ferez ressortir les détails et la texture de votre sujet. Le résultat sera-t-il meilleur qu'un zoom dans une image Wide ? Ce n'est pas sûr, car cela dépend des conditions de luminosité.

Figure 4-14. Une partie de l'image prise en Wide a été isolée et agrandie (en haut) jusqu'à obtenir la même taille que l'image en Narrow. La différence n'est perceptible à l'écran qu'au niveau des contrastes qui sont plus accentués en Wide.

En quoi consiste le mode SuperView ?

Le mode SuperView permet d'obtenir une perspective immersive en grand-angle. La GoPro utilisant un capteur au format 4:3, ce mode va étirer dynamiquement l'image pour obtenir cet effet. Il s'adapte ainsi au format 16:9, tout en conservant plus de champ en haut et en bas de l'image. Cette technique est connue et éprouvée depuis de nombreuses années dans le monde de l'audiovisuel lorsque les télévisions étaient au format 4:3. Ainsi, une plus grande partie du ciel et du sol est visible, en partant du principe que la caméra vise l'horizon. La distorsion sur les bords est également conservée comme en Wide.

Figure 4-15. En mode SuperView, le centre du cadre reste inchangé, seuls les bords sont ajustés pour s'adapter au format d'image 16:9.

Le mode SuperView est parfaitement indiqué durant des activités où la caméra est fixée sur votre tête ou votre poitrine (vélo, ski, moto-cross, chute libre, etc.). En revanche, il est préférable de ne pas l'utiliser lorsqu'il y a des personnes vers le bord du cadre car elle seront alors légèrement étirées. Autant dire qu'il n'est pas du tout adapté pour filmer avec un drone parce qu'il fait alors une grande place aux hélices, ce qui n'est pas le but recherché.

De l'importance du capteur et du processeur

Le rendu d'une vidéo numérique dépend, entre autres, de la qualité du capteur, de sa taille et des algorithmes de calcul implantés dans son ou ses processeurs. Le processeur, et les traitements qu'il applique aux données brutes issues du capteur pour obtenir le fichier final, est déterminant.

En optant pour un FOV particulier, vous ordonnez à la caméra GoPro de lire une certaine partie (appelée « fenêtre de capture ») de l'ensemble des informations reçues par le capteur. Plus cette zone est étendue, plus le processeur est sollicité. Lire l'intégralité du capteur signifie que l'on obtiendra la vue complète de ce qui passe au travers de la lentille. Par exemple, en 4K, le

capteur de la GoPro est lu dans toute sa largeur, mais pas dans toute sa hauteur.

La fenêtre de capture est une zone de format 16:9 prise au centre du capteur 4:3. Lorsque le format de sortie est du 4K, il n'y a plus besoin de redimensionner la capture initiale.

Cette fenêtre de capture reste identique jusqu'au mode 1080p Wide. Dans cette définition HD Wide, il y aura alors un rétrécissement de moitié de l'image (3 840 × 2 160 pixels) pour aboutir à la définition finale de 1080p (1 920 × 1 080 pixels).

LA CADENCE IMAGE

Quelle cadence image convient le mieux pour filmer avec un drone ?

Pour tirer le meilleur de toute la puissance du couple capteur/processeur de votre GoPro, jouez sur la cadence image. Avec la même fenêtre de capture, vous pouvez filmer en 4K de 24 à 30 ips, en 2,7K jusqu'à 60 ips, et en 1080p jusqu'à 120 ips. Ce sont les cadences images maximales admissibles en fonction de chaque définition pour la capacité de traitement du processeur.

Les caméras GoPro ou intégrées, comme DJI ou Parrot, proposent un menu pour sélectionner la cadence image. Elle se décline selon deux standards vidéo de télévision (PAL à 25 ips et NTSC à 30 ips) et le standard cinématographique à 24 ips. Pour chacun, on dispose de leurs multiples. En fonction de la définition, vous pourrez opter pour 240, 120, 90, 60, 50, 48, 30, 25 et 24 ips.

Pour filmer avec un drone qui vibre et se déplace plus ou moins vite – autant de problèmes qu'un capteur CMOS de caméra a plus de mal à résoudre qu'un capteur CCD –, le choix de la cadence se restreint. C'est pourquoi il est nécessaire de bien comprendre le fonctionnement de votre caméra dans sa façon de gérer les différents paramètres que sont la cadence image, la vitesse d'obturation qui en découle, et la sensibilité.

Pour aller plus loin avec la GoPro

Depuis la GoPro 5, un paramètre est apparu permettant de supprimer l'effet fisheye associé au champ de vision medium. C'est idéal pour la capture d'images aériennes ou toute autre prise de vues sur laquelle vous souhaitez éliminer la déformation.

Le mode Auto Low Light ajuste automatiquement la cadence image en fonction des conditions de luminosité pour des performances optimales, en cas de moyenne ou faible lumière. Les vidéos seront lues avec la résolution et la cadence image choisies.

La cadence image définit la vitesse d'obturation maximale *(shutter speed)*. À 50 ips, elle est au maximum de 1/50 s, et à 100 ips, elle est de 1/100 s sans possibilité de modification, comme c'est le cas avec un caméscope ou un reflex qui permet de choisir une vitesse entre 1/50 et 1/100 s lorsqu'on filme à la cadence de 50 ips. En revanche, moins la cadence est élevée, plus la vitesse d'obturation varie en fonction de la luminosité. Pour obtenir cette impression de fluidité dans les mouvements, il est nécessaire d'abaisser le plus possible la vitesse d'obturation, mais pas trop non plus au risque de voir apparaître du flou. Au contraire, une vitesse d'obturation trop élevée crée une impression d'effet stroboscopique très désagréable. Toute la difficulté est donc de trouver le bon compromis, sachant qu'en mode vidéo, la caméra n'autorise pas à sélectionner une vitesse plutôt qu'une autre. C'est elle qui décide de la cadence en fonction de la luminosité qui inonde ou pas le capteur et de la sensibilité disponible.

Pour aller plus loin avec la GoPro

La vitesse d'obturation minimale (la plus rapide) est de 1/8192 s, et la plus lente est de :

- 1/2 s pour la photo (jusqu'à 30 s en mode nocturne) ;
- 1/(cadence image) pour la vidéo.

Ces informations nous ont été communiquées par GoPro.

La lumière disponible en fonction de la cadence déterminera la vitesse d'obturation nécessaire. Afin d'atteindre une meilleure qualité vidéo, la caméra essaie de garder les ISO aussi bas que possible et règle la vitesse d'obturation en conséquence. En diminuant la luminosité grâce à un filtre ND (gris neutre), la vitesse d'obturation sera ralentie au maximum pour conserver la meilleure exposition possible avant de passer la main aux ISO, si cette vitesse est insuffisante pour y parvenir seule. C'est pourquoi le filtre est devenu un accessoire indispensable pour filmer avec un drone (voir le chapitre 2).

À savoir

Le filtre gris neutre (ou ND pour *Neutral Density*) ne modifie pas la couleur. C'est un accessoire qui permet de diminuer la quantité de lumière entrant par l'objectif pour augmenter

les temps d'exposition ou l'ouverture du diaphragme. Cette dernière étant fixe sur les petites caméras des drones de loisir, on ne jouera que sur le temps d'exposition (la vitesse d'obturation et la sensibilité).

- ND2 : vitesse d'obturation divisée par 2 ;
- ND4 : vitesse d'obturation divisée par 4 ;
- ND8 : vitesse d'obturation divisée par 8.

Pour obtenir le meilleur résultat avec le drone, ne descendez pas en dessous de 50 ips car plus la cadence est élevée, plus la vidéo est fluide – le délai entre chaque capture d'image étant moins important – et meilleur est le rendu. À partir de 50 ips, on peut même obtenir de bons ralentis après conformation en 25 ips. Par ailleurs, une cadence élevée limite l'enregistrement des distorsions induites par les vibrations et/ou le déplacement du drone. C'est ce fameux jello dont nous avons déjà parlé au chapitre 3.

Prenons l'exemple d'une caméra numérique qui ne filme qu'en 25 ips ou 24 ips. Dès que l'appareil pivote trop vite sur des panoramiques, une légère saccade apparaît. En 50 ips, ce problème n'existe plus car il y a deux fois plus d'images pour accompagner le mouvement. Le 50 ips et au-delà (60 ips, 100 ips, 120 ips) est donc ce qu'il y a de mieux aujourd'hui.

Et la télévision ?

Si la télévision n'a pas encore adopté le 50 ips aujourd'hui, c'est parce que la vidéo Full HD 1080/50p (progressif) nécessite beaucoup plus de débit que le 50i *(interlaced)*. Ce dernier est néanmoins amené à disparaître, puisque l'intégralité de la chaîne de production vidéo s'effectue maintenant en progressif, parallèlement à la disparition des tubes cathodiques.

Augmenter la cadence image ne suffit pas toujours à supprimer les effets de vibration, de jello et de saccade, surtout sous une forte lumière (en plein soleil par exemple). La parade est alors d'ajouter un filtre gris neutre qui oblige la caméra à abaisser la vitesse d'obturation au maximum avant d'augmenter éventuellement les ISO. De cette façon, on adoucit le filé du mouvement et les microvibrations en introduisant un léger flou imperceptible à l'œil. Notez que les filtres sont des accessoires incontournables dans la prise de vues avec un drone.

En visionnant vos premiers rushs et après leur analyse, vous vous rendrez

peut-être compte que la caméra aurait pu être plus performante dans certaines circonstances, mais elle n'a pas su gérer les problèmes d'exposition ou de balance des blancs. C'est là que vous allez intervenir en choisissant les bons réglages d'exposition pour tirer le meilleur de votre caméra.

Si vous êtes novice, rassurez-vous, les caméras savent parfaitement faire leur travail en mode tout automatique, et même plutôt très bien. Ainsi, vous pourrez filmer sans vous compliquer la vie avant de passer, quand vous serez plus aguerri, aux réglages manuels et aux nombreux paramètres d'exposition (mode Protune pour les GoPro).

Tableau 4-1. Synthèse des réglages vidéo de la GoPro.

DÉFINITION VIDÉO/DÉFINITION D'ÉCRAN		**CADENCE (IMAGES PAR SECONDE) NTSC/PAL**	**CHAMP DE VISION (FOV)**
4K	**3 840 × 2 160**	**30**, 25, 24	Ultralarge
4K SuperView	3 840 × 2 160	24	Ultralarge
2,7K	**2 704 × 1 520**	**60**, **50**, 48, 30, 25, 24	Ultralarge, **moyen**
2,7K SuperView	2 704 × 1 520	30, 25	Ultralarge
2,7K 4:3[1]	2 704 × 2 028	30, 25	Ultralarge
1440p[1]	1 920 × 1 440	80, 60, 50, 48, 30, 25, 24	Ultralarge
1080p	**1 920 × 1 080**	**120**, **90**, **60**, **50**, 48, 30, 25, 24	Ultralarge, **moyen**, étroit[2]
1080p SuperView	1 920 × 1 080	80, 60, 50, 48, 30, 25, 24	Ultralarge

960p[1]	1 280 × 960	120, 60, 50	Ultralarge
720p	**1 280 × 720**	**240**, **120**, **60**, **50**, 30, 25	Ultralarge[3], **moyen**, étroit[3]
720p SuperView	1 280 × 720	120, 60, 50	Ultralarge
WVGA	848 × 480	240	Ultralarge

Les réglages en gras sont ceux recommandés.

[1] Le capteur de la GoPro est au format 4:3. Aucune de ces définitions ne sont adaptées pour filmer ou photographier avec un drone parce que le pare-soleil, les hélices et les bras apparaissent dans le champ de vision, sauf si vous recadrez vos images au montage.

[2] Les modes 1080p à 120 ips et 1080p à 90 ips prennent uniquement en charge les FOV Wide et Narrow.

[3] Le mode 720p à 240 ips prend uniquement en charge les FOV Wide et Narrow, non disponibles en 60 ips.

Les réglages avancés de la caméra

Dès lors que le drone dispose d'une caméra aux réglages multiples, il serait dommage de s'en priver. En effet, le mode manuel libère le potentiel de votre caméra pour des vidéos de meilleure qualité, beaucoup moins compressées et optimisées pour la postproduction (l'étalonnage). Laissez votre créativité et votre technicité s'exprimer avec les paramètres personnalisables de balance des blancs, de couleur, de sensibilité ISO, de netteté et de correction d'exposition. Ces réglages existent sur toutes les caméras un peu évoluées qui équipent les drones. Ici, nous avons choisi d'illustrer notre propos en prenant l'exemple du mode Protune de la GoPro mais ces paramètres sont identiques sur d'autres caméras.

Pour un utilisateur non professionnel, filmer en mode Protune implique un travail de montage supplémentaire pour obtenir l'apparence traditionnelle des vidéos GoPro. C'est un avantage si vous avez envie de passer plus de temps à créer des montages vidéo afin d'ajouter votre touche personnelle à vos films. En revanche, si vous voulez réaliser des montages simples et appréciez le style des vidéos GoPro, nous vous recommandons de laisser le mode Protune désactivé.

LA BALANCE DES BLANCS

Lorsque la balance des blancs est correcte, le rendu des couleurs est conforme à la réalité. Dans la plupart des cas et si le vol est stationnaire, la balance automatique (AWB) de votre caméra suffit. En revanche, dès lors que vous volez en changeant d'orientation par rapport au soleil (en passant de l'ombre à la lumière) ou en fonction de la couleur du ciel (dégagé ou couvert) ou du sol (prairie, mer, neige, etc.), la balance des blancs s'adaptera plus ou moins rapidement (plutôt moins d'ailleurs…) aux circonstances rencontrées, avec plus ou moins de bonheur. Vous obtiendrez alors un plan avec des changements de colorimétrie souvent disgracieux, nécessitant un travail de correction en postproduction. Pour éviter ce problème ou en limiter ses effets, il suffit de définir manuellement la balance des blancs pour la verrouiller sur une valeur. Cette opération consiste à étalonner le capteur de la caméra en fonction de la lumière ambiante afin d'éviter toute dominante de couleur.

Pour aller plus loin

Contrairement à la photo en RAW, qui permet de travailler la balance des blancs sans perte de qualité après la prise de vue, la vidéo est compressée comme une suite d'images JPEG. Elle se prête donc moins bien à un travail en postproduction car celui-ci entraînera obligatoirement une perte de qualité surtout si la correction est importante.

Tableau 4-2. Situations de prises de vues rencontrées lors d'un vol en extérieur.

Soleil à l'horizon	2 000K
Lumière du jour au lever et au coucher du soleil	3 000K
Lumière du matin et d'après-midi	4 000K
Lumière du jour au zénith, sans nuages	5 500-6 500K
Ciel nuageux ou orageux	7 000-9 000K
Ciel polaire	10 000K-12 000K

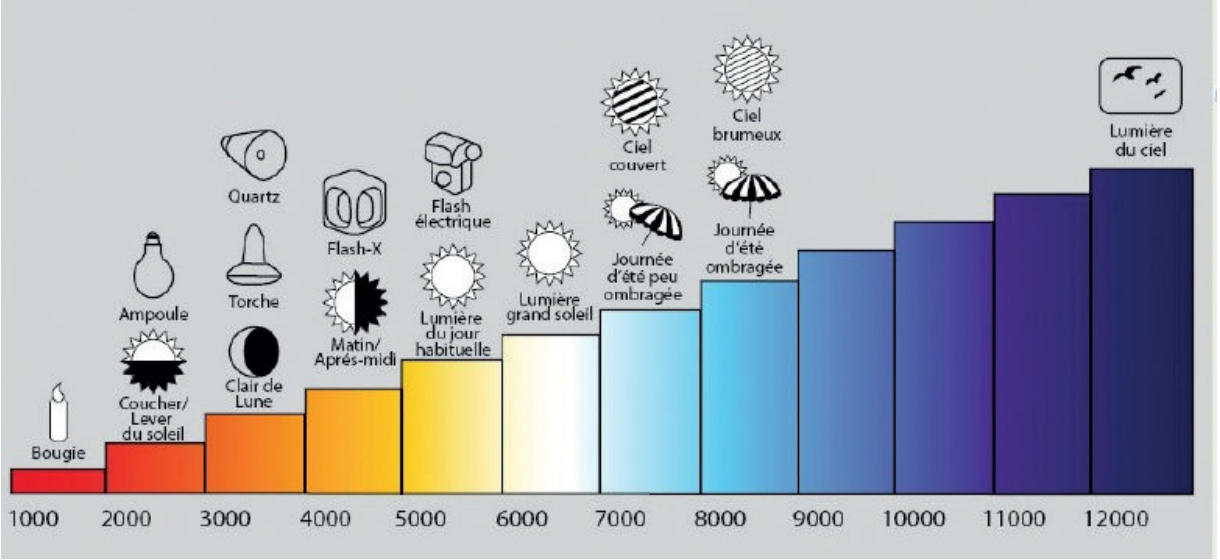


Figure 4-16. Températures en degrés Kelvin.

La couleur est dépendante de la lumière et varie avec elle. On parle des couleurs chaudes d'un coucher de soleil et des teintes froides du soleil de midi.

C’est à cette température de couleur, exprimée en degrés Kelvin (notés « K »), que se réfère la balance des blancs. C’est pour cette raison que l’opération est à réitérer à chaque fois que l’on change de conditions d’exposition (en intérieur et en extérieur).

Le mode Protune de la caméra GoPro permet de quitter le mode automatique pour accéder aux réglages manuels de la caméra. Il propose cinq préréglages de la balance des blancs. Avec le mode manuel des autres caméras, vous accéderez à des réglages avancés similaires.

- **Automatique** (le mode par défaut) : ajuste automatiquement la température de couleur en fonction des conditions environnementales. Son utilisation est acceptable pour un débutant, mais est à éviter ensuite.
- **3 000K :** température correspondant à une lumière chaude (lumière incandescente, aube ou crépuscule).
- **5 500K :** température correspondant à une lumière légèrement froide (lumière fluorescente, lumière du jour moyenne). C’est le réglage que je choisis par défaut et qui convient la plupart du temps lorsqu’on filme par beau temps.
- **6 500K :** température correspondant à une lumière froide (lumière du jour très forte, temps nuageux).
- **Native :** si vous choisissez cette option, la caméra générera un fichier de données dont le traitement est réduit au minimum, directement à partir du capteur d’images, ce qui autorise des réglages plus précis en postproduction. Son utilisation permet de profiter pleinement de toutes les performances techniques du capteur d’images.

GoPro conseille à ses utilisateurs de conserver la balance des blancs en mode automatique, car ce réglage s’adapte à toutes les conditions. C’est vrai, mais le mode est facilement mis en défaut lorsqu’on filme avec un drone.

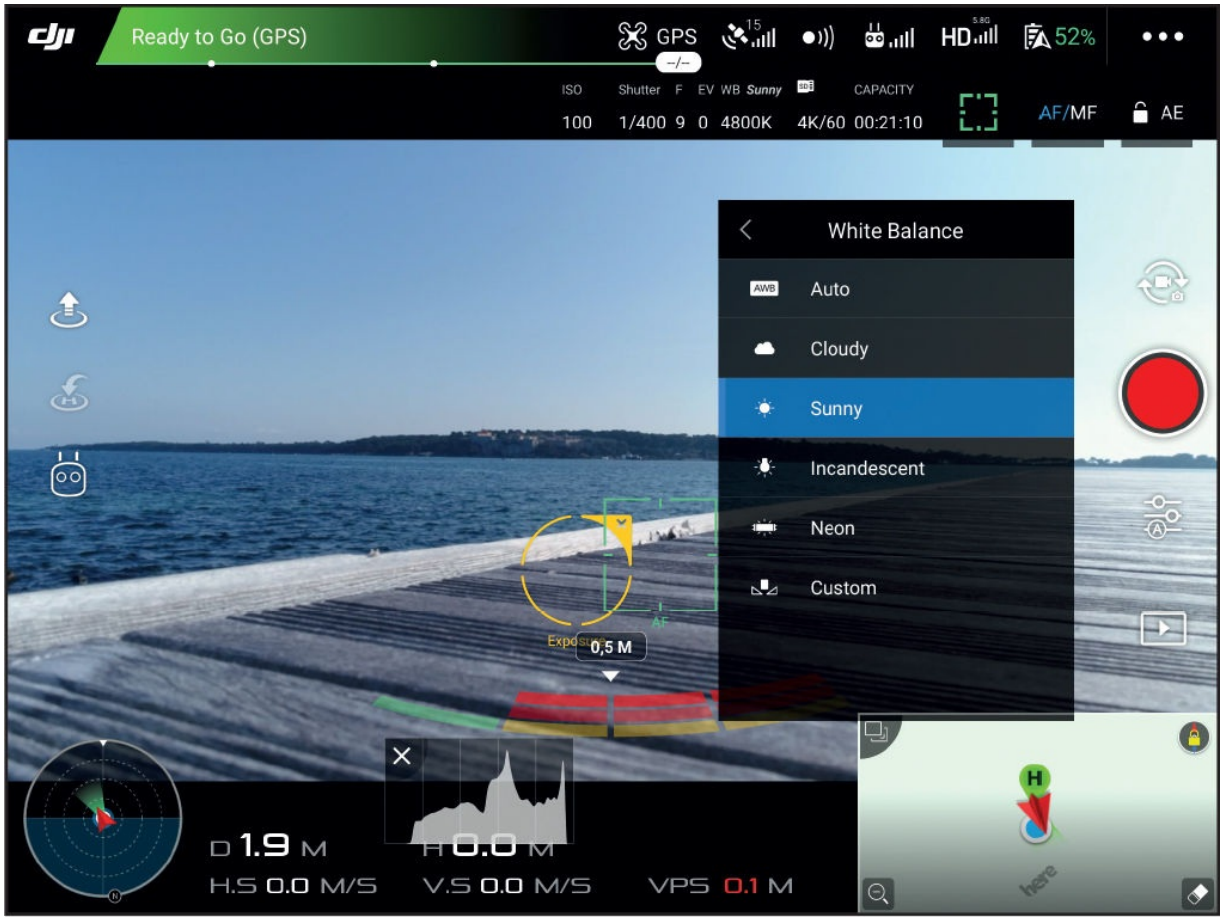


Figure 4-17. Le menu des réglages de la balance des blancs sur un Phantom.

Les occasions pour filmer en intérieur ne sont pas très fréquentes, mais elles demandent une grande précision dans le réglage de la balance des blancs.

Tableau 4-3. Situations de prises de vues rencontrées lors d'un vol en intérieur.

Lumière incandescente (ampoule domestique)	2 400K à 3 000K
Lumière fluorescente (néon)	2 700K à 6 000K
Lumière halogène	3 000K à 3 200K
Lumière LED daylight	4 500K à 5 500K
Lumière de projecteur	4 000K à 6 000K

Pour contrôler la justesse de ce paramètre, le retour vidéo sur écran est

indispensable. Si vous n'êtes pas sûr de vous, testez les réglages les uns après les autres et choisissez celui qui vous semble le plus flatteur sans dénaturer les couleurs. Comparez l'image sur écran avec ce que votre œil vous renvoie. En effet, ce dernier s'arrange pour que le blanc apparaisse vraiment blanc dans n'importe quelle condition de lumière artificielle ou naturelle, sans dominante bleue ni rouge. En revanche, une caméra réglée sur une température de couleur ne correspondant pas à la température ambiante entraînera une dominante jaune, rouge, bleue ou verte.

Avis d'expert

Lors d'un tournage en intérieur sous un éclairage artificiel, il est préférable de refroidir un peu son image pour mieux la réchauffer ensuite à l'étalonnage, l'inverse fonctionnant moins bien.

LES PROFILS COULEUR

Pour personnaliser le style des vidéos, il existe des profils d'images *(Picture Profile)* correspondant à certaines situations de tournage : portrait, paysage, standard, monochrome, etc. Disponibles sur les reflex, ce sont des réglages préenregistrés et personnalisables qui permettent de paramétrer le contraste, la netteté, la saturation et la teinte. Ils s'utilisent lorsqu'il n'y a pas d'étalonnage à réaliser en postproduction. Dans le cas contraire, préférez le profil Flat qui génère une image moins contrastée et plus plate avec une plage dynamique plus importante, pour ensuite la travailler et la sublimer en postproduction (voir chapitre 6).

Les caméras des drones sont-elles aussi pointues que celles professionnelles ou semi-professionnelles ? Pour contrôler et ajuster les couleurs au tournage, les caméras GoPro et DJI proposent deux préréglages.

- **GoPro Color** (défini par défaut) est le profil couleur de la GoPro lorsque le mode Protune est désactivé. L'image obtenue est éclatante et flatteuse avec un fort contraste et des couleurs saturées. C'est le rendu caractéristique des images GoPro.
- **Flat** est un profil couleur neutre qui peut être corrigé en postproduction. Il est utile si vous mélangez au montage des vidéos provenant d'autres caméras. Ce profil offre plus de flexibilité lors de la postproduction, parce qu'il contient plus de détails dans les zones d'ombre et de hautes lumières.

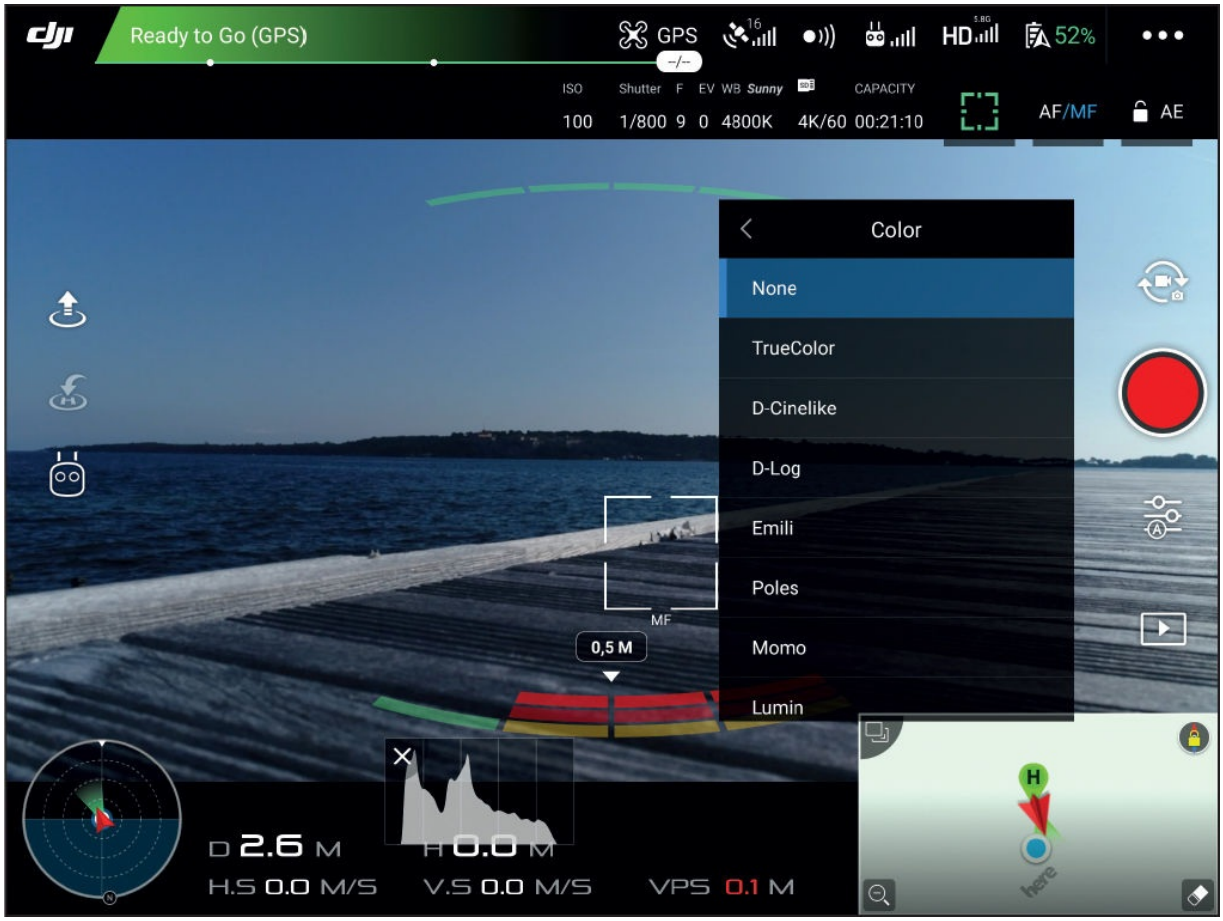


Figure 4-18. Les options proposées sur l'application DJI GO pour le choix du profil couleur d'image. J'utilise par défaut NONE afin d'obtenir une image neutre.

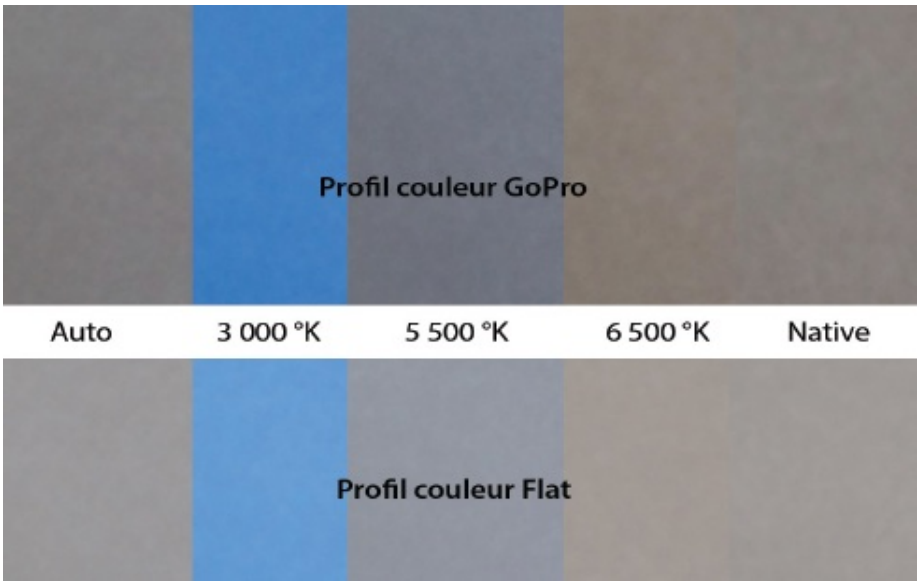


Figure 4-19. Rendu d’une feuille blanche photographiée avec une faible luminosité et différents paramètres de balance des blancs et de profil couleur. Quel que soit le réglage de la balance des blancs, on n’obtient pas un vrai blanc, du fait du manque de luminosité. La différence de niveau de saturation est nette entre le profil Flat et GoPro Color.

LA SENSIBILITÉ ISO

La sensibilité est l’un des trois paramètres (avec la vitesse et l’ouverture) qui gèrent l’exposition à la lumière ; elle se mesure en ISO. Plus la sensibilité ISO est élevée, plus le capteur est sensible à la lumière, et plus le bruit numérique (la granularité de l’image) est important. Il est donc essentiel de limiter la montée en ISO dans des conditions de faible luminosité afin de trouver le meilleur compromis entre exposition et bruit, et de minimiser l’impact sur la qualité de l’image.

En pratique

Pour bénéficier de la meilleure qualité d’image, privilégiez une sensibilité la plus basse possible (entre 100 et 200 ISO). C’est le réglage idéal pour filmer avec un drone à la lumière du jour, même par temps nuageux. Si votre caméra n’offre pas de réglage précis, vous limitez automatiquement la montée en ISO. Ce n’est vraiment qu’en conditions de très faible lumière, après le coucher du soleil, entre chien et loup, qu’une sensibilité ISO élevée génère tellement de bruit qu’elle devient visible à l’œil nu.

LA NETTETÉ

Ce paramètre permet d’ajuster le niveau de netteté de votre vidéo pour vous laisser si nécessaire une plus grande latitude de correction en postproduction.

Avec la GoPro, en mode Protune, préférez le paramètre par défaut High ou Sharp (élevée) car il produit une vidéo très nette. Il applique le même niveau de netteté que lorsque Protune est désactivé. Si vous souhaitez obtenir un rendu plus cinématographique, modérément net, choisissez le paramètre Medium (moyenne). Le paramètre Low (faible) possède la netteté la moins élevée pour garder plus de flexibilité en postproduction ; c’est le choix des professionnels.

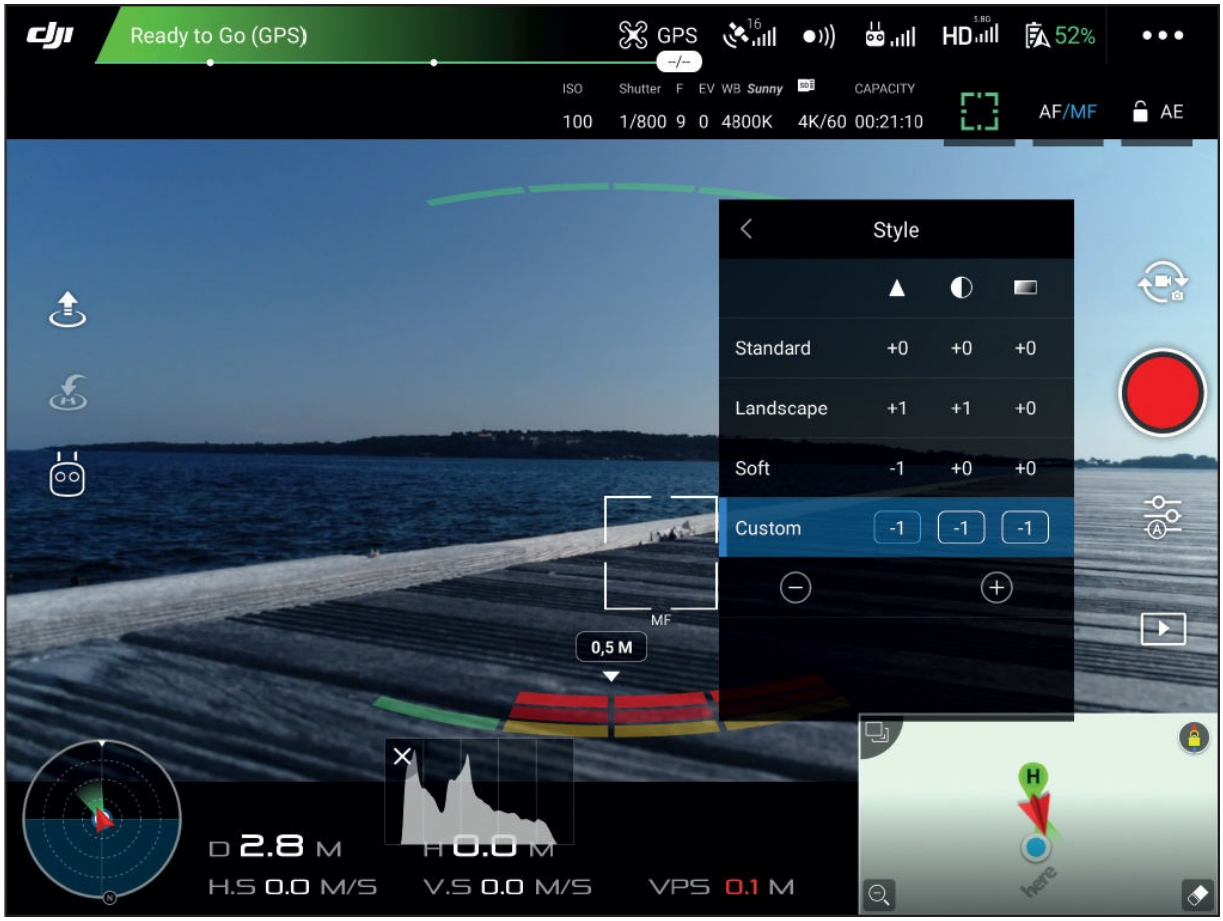


Figure 4-20. Les réglages proposés sur l'application DJI GO pour le rendu de l'image. Je personnalise à -1 pour la netteté, le contraste et la saturation.

LA CORRECTION D'EXPOSITION

Vous ne voulez pas vous compliquer la vie en réglant manuellement tous les paramètres. Le mode automatique de votre caméra fait le plus souvent ce travail pour vous, mais il arrive qu'il se trompe, notamment lorsque les contrastes sont très importants. Pour corriger simplement cette erreur d'appréciation sans passer par le mode manuel, les caméras proposent un réglage nommé correction d'exposition, ou compensation d'exposition, gradué en IL (indice de lumination, ou EV pour *Exposure Value*). Ce paramètre joue sur la luminosité de la vidéo. Il permet d'ajuster plus ou moins la quantité de lumière souhaitée pour finalement obtenir une image ni trop claire, ni trop sombre. Testez-le par exemple en cas de forte luminosité, au bord de la mer ou à la neige, et en faible luminosité sous un ciel gris.

Le stockage vidéo sur carte microSD

Pour éviter les problèmes d'écriture et les déconvenues, ne lésinez pas sur la qualité de la carte mémoire, car la définition et la cadence image déterminent le débit d'écriture sur celle-ci. Pour ne pas grever votre budget, vous pouvez vous satisfaire d'une carte de 16 Go plutôt que de 32 ou 64 Go. Une carte mémoire microSD de classe 10 ou UHS-1 est requise, qui autorise une lecture jusqu'à 80 Mbits/s et l'écriture jusqu'à 50 Mbits/s. Tournez-vous vers les marques SanDisk Extreme PLUS UHS-I, Samsung Pro UHS-I et Lexar 633x UHS-I. Attention, GoPro ne prend pas en charge les cartes d'une capacité supérieure à 64 Go.

Figure 4-21. Une carte de 16 à 32 Go suffit largement pour enregistrer la vidéo.

Visionner ses vidéos

Les vidéos se visionnent sur une télévision grâce à un câble micro HDMI vers HDMI relié à la caméra. Il est possible, sur certaines télévisions, de lire directement la carte microSD grâce à un lecteur de carte USB. De la même manière, la lecture depuis un ordinateur ne pose pas de problème de compatibilité. Dans ce cas, connectez votre caméra via un câble Mini USB vers USB ou copiez les fichiers de votre carte microSD directement dans un dossier sur votre ordinateur.

Cette section sur les paramètres vidéo avancés peut vous sembler rébarbative si vous n'êtes pas rompu aux techniques de la prise de vues. Mais c'est un passage obligé pour celui qui veut aller plus loin avec sa caméra, une erreur de paramétrage pouvant gâcher une vidéo.

Vous êtes désormais paré pour apprendre à réaliser de belles images vidéo en faisant appel à votre esprit créatif dans la captation d'un plan. Les professionnels de l'image ont des codes qu'il est bon de connaître. Les appréhender pour mettre en valeur vos sujets de prédilection vous sera très utile.

Jouer des différents plans comme au cinéma et à la télévision

Filmer avec un drone ne se limite pas seulement à capturer en images l'intégralité du vol, aussi extraordinaire que soit le point de vue. Avec la multiplication des drones et des vidéos postées sur Internet, nous sommes passés de l'émerveillement des premières prises de vues à l'ennui… Disons-le, tout sur Terre a déjà été filmé avec un drone. Et ce sont les amateurs, les dronistes de loisir, qui ont ouvert la voie en proposant des images toujours plus extraordinaires, en matière de beauté et d'insolite. Passé l'euphorie des premières images aériennes, n'oubliez pas que filmer, c'est avant tout raconter une histoire, en suivant des règles et des codes propres au cinéma.

RACONTER UNE HISTOIRE

Réaliser un film, c'est tourner des plans et les assembler pour raconter une histoire avec un début, un milieu et une fin – c'est ce que l'on appelle le « storytelling ». Tout ce qui nous entoure peut être source d'émerveillement : paysages, saisons, villages pittoresques, mégalithes, etc. À vous d'imaginer votre histoire et de définir les plans utiles (un seul plan ou des centaines) et la durée pour la rendre captivante. Pourquoi filmer avec un drone nous dispenserait-il de cette exigence ? Par ailleurs, l'énergie cinétique appliquée au mouvement de la caméra servira également le propos de votre histoire car elle exprime une intention particulière.

Tout est question de trajectoire, d'altitude et de vitesse où le drone et la caméra se conjuguent pour produire des images hors du commun.

En pratique

En tant que pilote et cadreur, vous allez devoir gérer conjointement, de manière manuelle ou programmée selon le drone :

- l'attitude du drone, c'est-à-dire son altitude par rapport au sol, sa vitesse de déplacement et son cap ;
- la direction de la caméra, à savoir son angle par rapport au cap du drone, mais aussi son inclinaison, qui correspond à son orientation

par rapport à l’horizon.

Vous veillerez aussi à ne pas abuser des mouvements de caméra, et à privilégier la stabilité et la régularité du mouvement et de l’allure. Imaginez le plan avec tous ces paramètres et mettez-le en œuvre. Ne succombez pas à la tentation de modifier en cours de vol le plan prévu au départ parce que soudain vous entrevoyez mieux à faire. Terminez d’abord ce qui était prévu, puis recommencez un nouveau plan. Et n’oubliez pas que le drone en mode stationnaire sert aussi à montrer de belles choses.

LES PANORAMIQUES

Les panoramiques servent à découvrir un panorama qui n’entre pas entièrement dans le champ de vision de l’objectif, ou à suivre un sujet qui se déplace dans le champ afin de le conserver dans le cadre. Ce procédé concerne généralement les paysages, mais il s’applique aussi à une vue rapprochée lorsque le recul n’est pas suffisant. Dans les deux cas, l’intention reste la même : dévoiler toute l’étendue de l’espace ou du sujet par un pivotement horizontal vertical ou régulier.

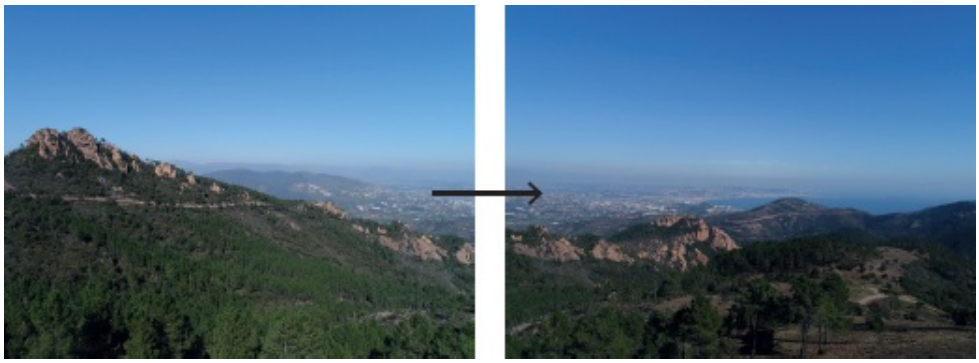


Figure 4-22. Le panoramique est le mouvement qui vous viendra naturellement dans les grands espaces, si vous prenez soin d’être tout doux sur le yaw.

Le panoramique horizontal

Le panoramique horizontal est le plan incontournable pour révéler l’étendu d’un paysage. Ce mouvement est simple et assez facile à réaliser en vol stationnaire en mode GPS. Lorsque la hauteur qui donne un cadre dont la composition est satisfaisante a été atteinte, vous appliquez au drone un mouvement de yaw (lacet) lent et régulier, du bord gauche au bord droit du panorama, sans à-coups. C’est ce que l’on appelle « panoter ». Soyez tout doux sur le stick du yaw au début et à la fin du panoramique, et conservez la même vitesse pendant toute la durée du mouvement.

Le drone doit être parfaitement stabilisé sinon le plan sera inexploitable. En règle générale, tous les plans nécessitant un drone en vol stationnaire s'accommodent mal d'un vent trop fort ou en rafale. Au-delà de 20 à 30 km/h de vent selon le drone, n'insistez pas pour effectuer ce type de plan.

Pour limiter un éventuel effet de saccades à la lecture, panotez très lentement et filmez avec une cadence de 50 ou 60 ips. La vitesse définitive du panoramique pourra être réglée sur la *timeline* au montage pour obtenir l'effet recherché. Ni trop lente, ni trop rapide, c'est la bonne vitesse qui ne gêne pas l'œil.

Figure 4-23. Vous pouvez utiliser ce mouvement de panotage en vol stationnaire pour suivre la trajectoire d'un objet en mouvement, comme un bateau.

Conseil d'expert

Pour réussir un panoramique horizontal, je vous conseille de déborder du cadre à gauche (le point de départ) et à droite (le point d'arrivée) et de couper au montage les deux extrémités. C'est encore plus simple à réaliser si vous êtes équipé d'une nacelle à 360° sur l'axe du yaw, avec le train relevé, comme sur l'Inspire de DJI ou le X4 de chez Walkera. Il existe une fonction semi-automatique Course Lock en mode GPS sur le Phantom pour simuler ce 360°. La direction du vol devient indépendante de l'orientation du nez de l'appareil, et donc de la caméra. Une fois définie la direction et enclenchée la fonction, il faut jouer du yaw pour panoter jusqu'à 360°.

Figure 4-24. Le X4 de chez Walkera avec son train relevé panote à 360°.

Le panoramique vertical

Le panoramique vertical (ou *tilt*) s'applique sur des sujets verticaux ou monumentaux afin de révéler leur hauteur gigantesque, jusqu'à donner le vertige. Ce mouvement de drone est particulièrement adapté à la découverte d'un sujet lorsqu'il est combiné avec un travelling avant ou arrière.

Il convient de procéder avec le même doigté qu'en panoramique horizontal, à la différence que le drone reste fixe dans la partie haute du sujet, seule la nacelle opère un mouvement vers le bas (en plongée).

Une variante dynamique de ce procédé consiste à voler à vive allure (supérieure à 35 km/h) à quelques mètres du sol ou de la mer et avec la caméra inclinée vers le bas (plongée entre 0 et 45°). Avec ce type d'image, vous ressentez l'impression grisante d'être plongé dans une immensité ; vous êtes seul au milieu de nulle part. Ensuite, vous enclenchez le mouvement de tilt vers le haut jusqu'à l'horizontale pour découvrir quelque chose de grandiose, majestueux ou saisissant posé sur l'horizon – un château, une falaise, une ville abandonnée ou un détail perdu dans cette vaste étendue (un arbre planté au milieu du désert, un bateau, etc.). C'est l'effet découverte

En pratique

Les drones tels qu'ils sont conçus n'autorisent pas, pour la plupart, la prise de vues à 90° vers le haut par rapport à l'axe horizontal. Le grand-angle rencontre immédiatement ou

presque, selon les modèles, les bras et les hélices du drone. Cela limite les panoramiques à 90° vers le bas verticalement et 360° horizontalement, ce qui est déjà très bien.

PLONGÉE ET CONTRE-PLONGÉE

Plongée et contre-plongée sont des procédés cinématographiques destinés à forcer l'attention du spectateur. La plongée rend le mouvement ascendant du drone plus spectaculaire, comme le fait la contre-plongée dans un mouvement descendant. C'est l'association des mouvements du drone et de la caméra qui donnera à votre sujet sa réelle dimension, donc son importance dans l'espace.

Il existe deux manières de filmer en plongée (ou en contre-plongée, pour les drones qui le peuvent) : en translation horizontale et en translation verticale. C'est le type de plan qui met en valeur les verticales de grandes dimensions, les à-pics, les falaises, les cascades, les monuments, etc.

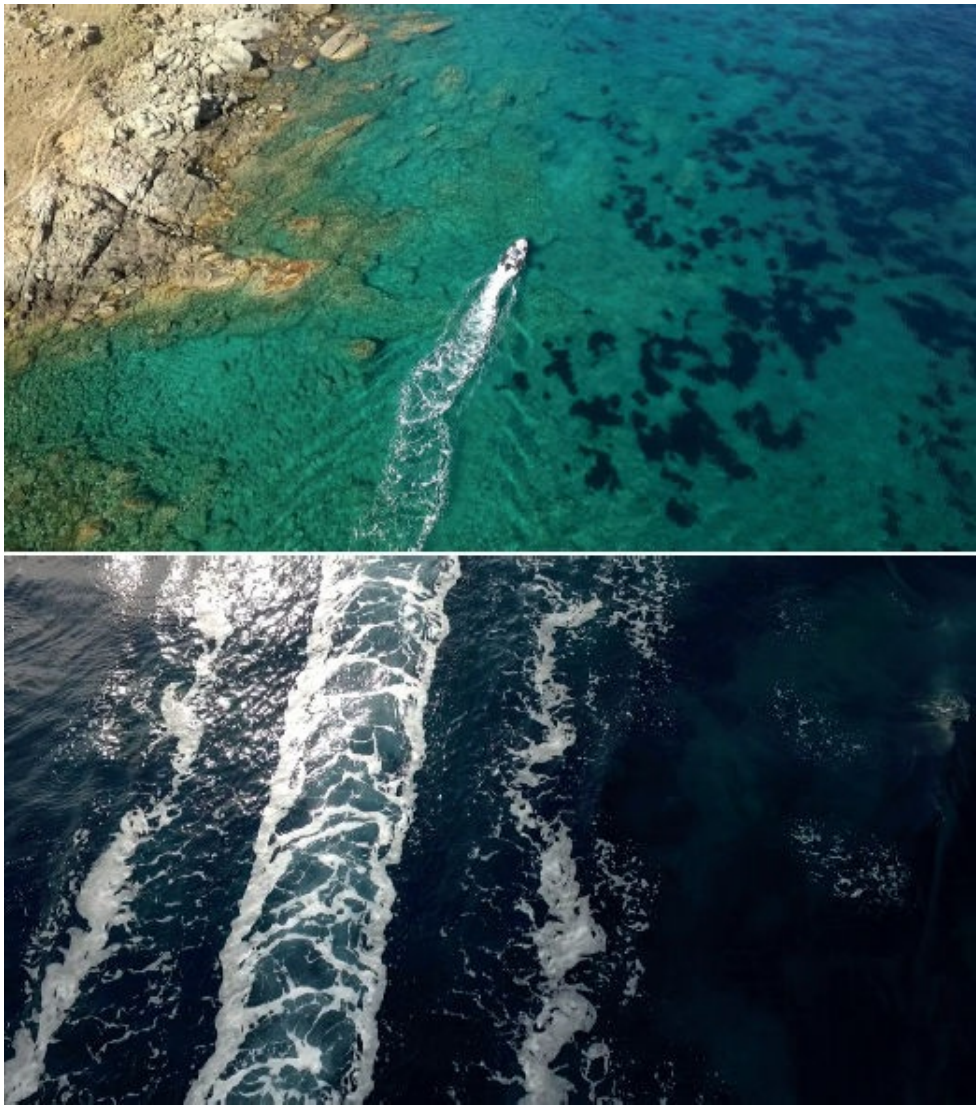


Figure 4-25. En vol horizontal avec la caméra vers le bas, tout ce qui a une forme géométrique, des couleurs ou une texture donne des résultats intéressants.

En extérieur, la contre-plongée s'impose évidemment face aux édifices imposants et aux éléments naturels verticaux. En intérieur, elle permet d'accéder aux plafonds et aux voûtes pour magnifier la décoration (les peintures, les bas-reliefs, etc.). Sachez que la contre-plongée totale est impossible avec les drones, à part avec quelques modèles et à condition de déporter la nacelle avec la caméra bien en avant et en hauteur.

Figure 4-26. L'un des rares drones de loisir qui permet de filmer en contre-plongée. Avec ce modèle QAV 500 V2, il est possible de tilter sans problème à +90° et à -90° par rapport à l'horizon.

LES TRAVELLINGS

Le drone a redonné vie à ce procédé cinématographique. Là où avant des rails, un chariot, un Steadicam et des machinistes étaient nécessaires pour effectuer toutes sortes de travellings, il suffit maintenant d'un drone. Avant, arrière, latérales, obliques, circulaires, toutes les trajectoires sont désormais à votre portée.

Avec un drone, le travelling permet :

- de se rapprocher ou de s'éloigner du sujet, avec une trajectoire en profondeur (en avant ou en arrière), un peu à la manière d'un zoom, mais sans l'effet d'écrasement des perspectives ;
- de suivre un sujet parallèlement à son mouvement, avec une trajectoire latérale ou oblique (vers la droite ou la gauche, vers le haut ou le bas) ;
- de contourner le sujet pour en révéler de nouveaux aspects avec une trajectoire en croissant ou arc (travelling circulaire).

Les combinaisons possibles entre les déplacements du drone et le mouvement de la caméra sont nombreuses. Par exemple, pourquoi ne pas associer un travelling à un panoramique ou à une vue en plongée ? Un travelling latéral peut aussi se terminer par un travelling circulaire ascendant. Les mouvements sont dits « combinés » quand ils travaillent dans le même sens, « compensés » quand ils compensent légèrement leurs effets contraires et « contrariés » quand ils s'annulent.

Avec autant de possibilités, votre créativité n’a plus de limites ! L’essentiel est de ne pas abuser de ces combinaisons ou successions de mouvements, au risque de lasser le spectateur.

Figure 4-27. Se rapprocher du sommet pour découvrir une baie.

Les travellings avant et arrière

Ce sont les manœuvres les plus simples pour le pilote, même débutant. Dès lors que vous volez vers votre but à allure régulière, vous effectuez sans le savoir un travelling avant : les sticks des gaz sont à 50 %, le pitch est en avant sur la radiocommande (ou en arrière pour le travelling arrière), le roll et le yaw sont au neutre, en position fixe. Il s’agit d’une fonctionnalité désormais automatisée sur certains drones sous le nom de « dronie » ou de « selfie vidéo » (voir plus loin). L’effet recherché sera d’autant plus réussi que vous volerez à la bonne hauteur (pour conserver le sujet dans le cadre) et à la vitesse adéquate sur toute la distance. Sachez qu’il n’existe pas de recette miracle pour réussir du premier coup son travelling. Parfois, il sera en effet nécessaire de recommencer plusieurs fois le même travelling jusqu’à obtenir le plan parfait. Survoler l’estran, les rouleaux, une forêt, une rivière, une crête, etc., autant de travellings avant qui donneront une autre dimension à vos images.

En pratique

Lorsque le travelling avant a pour but de vous rapprocher au plus près du sujet, il importe, pour réussir le plan, que la route suivie soit rectiligne jusqu'à l'arrivée. Pour être sûr d'avoir votre sujet bien au centre du cadre en fin de travelling avant, effectuez le plan en travelling arrière en partant du sujet jusqu'à vous. Au montage, il suffit ensuite de poser un effet *reverse motion* pour obtenir un travelling avant parfait. Prenez garde tout de même à tous les éléments qui entrent dans le cadre et qui, dans la réalité, ne font jamais marche arrière, comme un oiseau en vol, des vagues, des marcheurs ou une cascade ! Vous ne pourrez alors pas appliquer cette astuce sauf si c'est justement un effet de retour arrière qui est recherché.

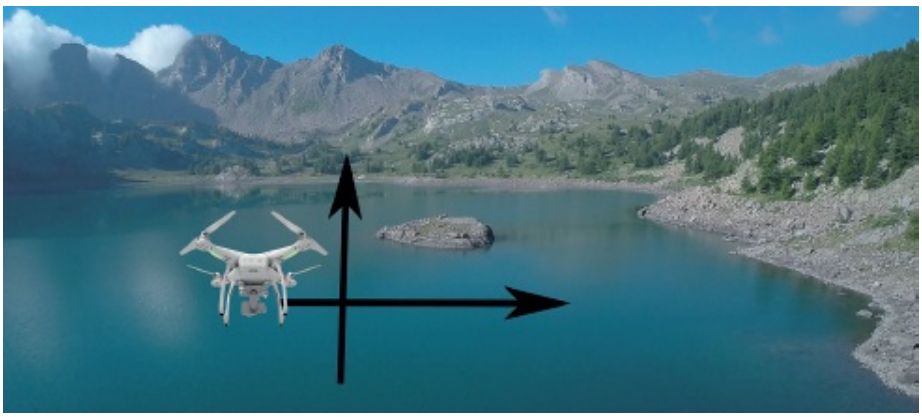


Figure 4-28. Avec le travelling latéral ou en profondeur, tout est possible.

Les travellings latéraux et obliques

Ces manœuvres sont plus délicates à effectuer car vous ne visualisez plus dans votre retour vidéo (lunettes, écran ou tablette) les obstacles qui pourraient entraver la progression du drone, à moins de disposer de capteurs anticollision. Cela implique nécessairement de voler en vue ou avec l'aide d'une tierce personne qui vous guide pendant que vous êtes concentré sur votre cadre et votre sujet. Sur la radiocommande, les sticks des gaz sont à 50 %, le roll est à droite ou à gauche, et le pitch et le yaw sont au neutre, en position fixe. Ce type de plan convient bien pour découvrir un sujet dans toute sa longueur comme une plage vue de la mer, une façade, une succession de sujets, etc.

Les fonctions semi-automatiques Course Lock sur le Phantom (en mode GPS) et autres variantes comme Cable cam, Tapfly ou Draw facilitent une manœuvre rectiligne. La direction du vol devient indépendante de l'orientation du nez de l'appareil. Une fois la direction définie et la fonction enclenchée, il faut jouer du stick et du yaw pendant tout le trajet pour centrer la caméra sur le sujet, avec les sticks des gaz à 50 % et le pitch en avant.

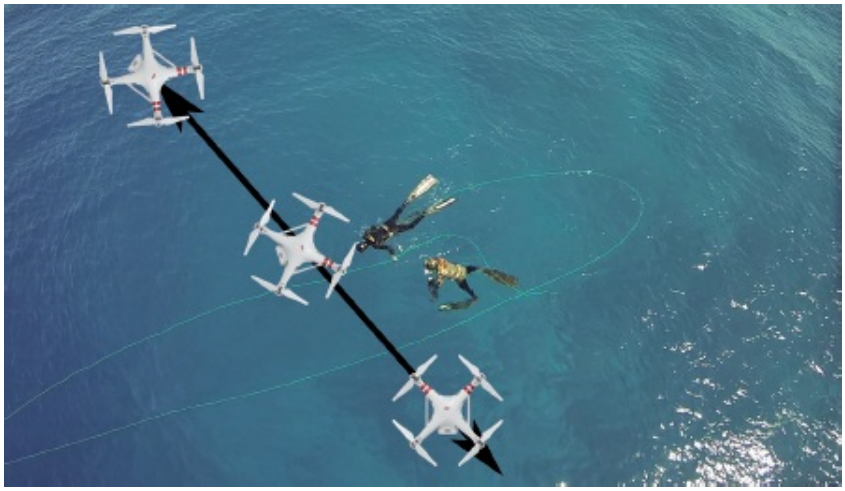


Figure 4-29. En mode Course Lock, la trajectoire est verrouillée : il faut maintenant conserver le sujet dans le cadre en jouant du yaw.

Le travelling circulaire

Le travelling circulaire, ou *carving – to carve* signifie sculpter ou graver –, est une manœuvre qui demande une bonne maîtrise du pilotage. Ce mouvement du drone révèle le sujet en en effectuant le tour. Il peut se limiter à un arc de cercle car il n'est pas toujours utile d'effectuer un cercle complet.

Carver avec le drone donne la sensation de virer sur des rails : c'est un travelling circulaire sans dérapage. C'est toute la difficulté de cette trajectoire orbitale qui enveloppe le sujet. Une chapelle sur un promontoire, la flèche d'une cathédrale, une statue aux formes callipyges, un arbre centenaire ou un baobab, un navire exceptionnel ou un frêle esquif au milieu de nulle part, un Stéphane Bern dans *Secrets d'Histoire*, etc., voici autant de sujets qui seront magnifiés par un carving parfaitement maîtrisé.

Le choix de l'axe et l'altitude de rotation sont déterminés pour servir votre intention de réalisateur selon le sujet traité (mise en perspective, point de vue caché ou détails, etc.). Par ailleurs, la vitesse de rotation est également primordiale pour appuyer l'effet recherché. Il est possible de la régler en augmentant ou en réduisant la cadence image au montage, à condition qu'il n'y ait pas d'autres éléments du cadre qui soient en mouvement. Un accéléré ou un ralenti dans la vitesse de la trajectoire aurait dans ce cas pour effet de dénaturer le plan dans son ensemble. Cette remarque est quasiment valable pour tous les types de plans.

Figure 4-30. Manuellement sur votre radiocommande, en mode 1, ce mouvement s'effectue par la combinaison synchronisée des sticks du roll et du yaw, dans le sens horaire en vert et dans le sens antihoraire en rouge.

En pratique

Avec un peu d'entraînement, le travelling circulaire est facilement réalisable, mais pas avec tous les drones. Par exemple, avec le Phantom 2 équipé d'une nacelle Zenmuse qui compense tout mouvement de yaw, un travelling parfait sur 360° est assez difficile à accomplir, pour ne pas dire impossible.

Heureusement, les fabricants ont pallié les différentes difficultés que vous pouvez rencontrer en implémentant des fonctions de pilotage automatique qui vous facilitent grandement la tâche, et ce, quel que soit le type de travelling.

PROGRAMMER SA VIDÉO

Les combinaisons de mouvements du drone et de la caméra sont plus simples sur le papier ou sur le simulateur de vol que sur le terrain. Des heures d'entraînement sont souvent nécessaires pour acquérir certains automatismes dans les commandes de vol afin de se concentrer ensuite sur la prise de vues et de réaliser plus ou moins bien les plans imaginés.

Système D

À mes débuts, je devais tout faire « à la main » à l'aide des deux sticks et d'un ou deux boutons, ou d'un potentiomètre. J'analysais en temps réel tous les paramètres de vol (la vitesse, l'altitude, le cap, la dérive, la distance, l'autonomie de la batterie, etc.) tout en me focalisant sur le sujet à filmer et en gérant mon stress. Mais quelle satisfaction j'en retirais

lorsque je sortais un beau plan dans des conditions difficiles !

Aujourd'hui, les drones intègrent des applications paramétrables qui permettent d'automatiser les principaux mouvements utiles pour le vidéaste aérien. La tablette et le smartphone sont désormais devenus l'interface de communication et de commande privilégiée pour programmer ces mouvements. Le drone va ensuite exécuter vos instructions sous votre contrôle. Vous pourrez à tout moment interrompre le scénario de vol en reprenant la main sur le pilotage, si besoin.

DJI, Robotics, Yuneec, Parrot et d'autres proposent une liste de modes de vol programmables tels que Dronie, Follow me, Orbit ou Points of interest, Cable cam, Waypoints…

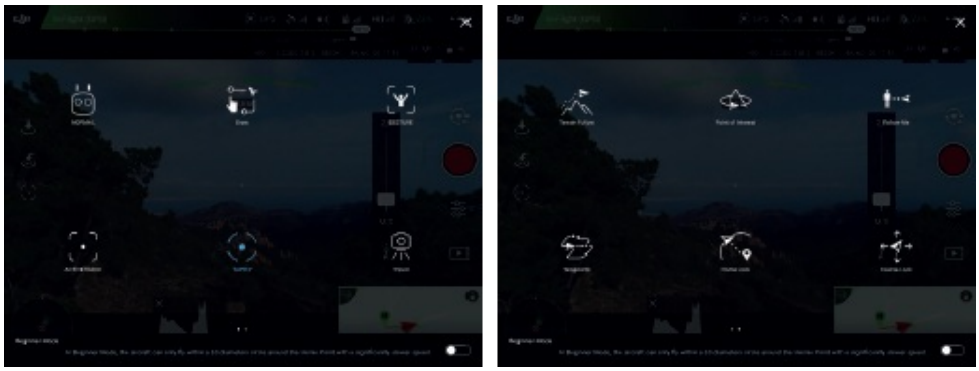


Figure 4-31. Le Mavic et le Phantom proposent au vidéaste pas moins d'une douzaine de modes de vols programmables.

Le mode Dronie

De plus en plus de drones sont équipés de la fonction « dronie », appelée Gesture sur le Mavic et le Phantom. Plus évoluées que les photos selfies, les vidéos dronies démarrent par un plan serré fixe (du vidéaste ou du groupe) avant de s'éloigner en travelling arrière pour découvrir le paysage en plan large avec le vidéaste au centre. Elles permettent de se mettre en scène ou d'inclure de l'humain dans les paysages ou les situations.

Figure 4-32. Alex Chacón a popularisé cette mode dans ses voyages autour du monde. Ses vidéos de dronies ont été vues des millions de fois (http://youtu.be/biLP4KAHxEk).

Le mode Follow me

Pourquoi le sujet devrait-il rester statique lorsque le drone peut suivre les mouvements du vidéaste et ses actions ? Le follow me est donc en quelque sorte la prolongation du dronie. Il ouvre un large éventail de possibilités créatives et originales pour tous ceux qui aiment se filmer avec une caméra au bout d'une perche, ou dans des activités extrêmes. Vous n'êtes plus seulement acteur, vous devenez aussi le réalisateur de vos aventures. En vous libérant du pilotage du drone et du contrôle de la caméra, ce mode vous permet de vous concentrer sur ce que vous aimez faire. C'est un argument plutôt séduisant !

Slogan marketing

DJI vante le follow me de cette façon : « Programmez votre Phantom pour en faire votre équipe personnelle de tournage aérien. »

Ce mode fonctionne grâce à un smartphone. Votre drone et votre téléphone étant équipés de GPS, ils communiqueront via le Wi-Fi. Le drone calcule sa direction, sa hauteur et sa vitesse grâce aux informations reçues depuis le smartphone, qui est lui-même connecté à la radiocommande ou qui contrôle le drone de façon autonome.

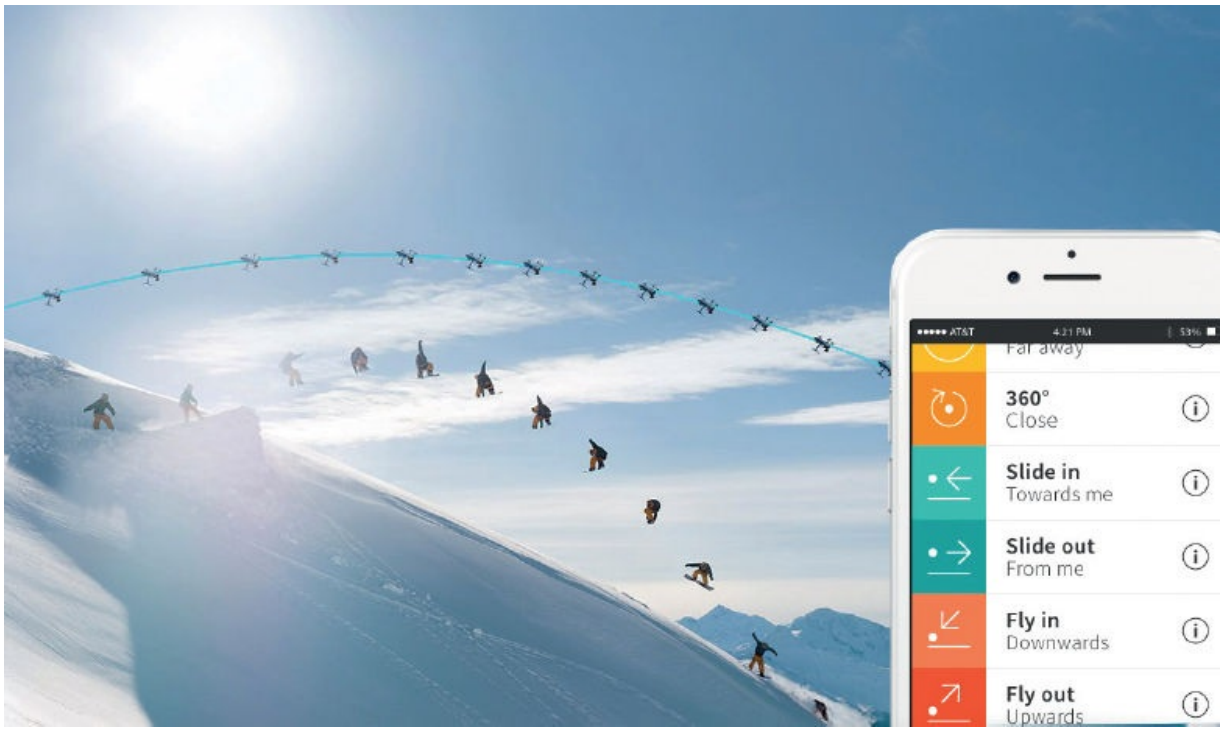


Figure 4-33. L'Hexo+ a été le premier drone (ou caméra) autonome. Il est

dirigé avec le smartphone et n'a pas de radiocommande.

Sur le papier, cette fonctionnalité permet d'entrevoir des images de vos aventures sportives sous des angles et des perspectives incroyables qui étaient impensables auparavant, à moins de mobiliser des moyens de tournage importants et coûteux et d'accepter de prendre des risques. Mais la pratique est tout autre car plusieurs problèmes se posent immédiatement.

- La sécurité : depuis la sortie du Phantom 4 Pro, doté d'un système d'évitement d'obstacles, le problème de la sécurité semble être en passe d'être résolu. Mais tous les drones n'en sont pas équipés. Imaginez-vous en VTT ou à ski, descendant une pente en étant suivi par votre drone. À quel moment va-t-il percuter un arbre ou, pire, un promeneur, si vous n'avez pas effectué un vrai repérage préalable ?
- La réglementation française, qui exige que le pilote soit en mesure de reprendre les commandes à tout moment, ce qui est impossible lorsque vous avez les mains sur le guidon. Toujours selon la réglementation, il est interdit de piloter un drone depuis un véhicule terrestre en mouvement.

Cette fonction n'a pas encore atteint le niveau de fiabilité et d'efficacité que l'on peut en attendre, notamment sur la qualité du suivi. Il s'agit surtout d'un argument de vente. Je ne doute pas que la technologie résolve à court terme les problèmes d'évitement d'obstacles, mais je pense que cette fonction restera cantonnée à certaines situations et que, dans la plupart des cas, dissocier le sujet du pilotage reste encore la meilleure solution. Même constat pour la fonction Active Track qui perd le sujet lors d'une accélération ou d'un passage derrière un obstacle.

Le mode Active Track

Sur le Phantom 4 et le Mavic DJI, il a été ajouté un mode Active Track avec trois modes différents (Trace, Profile et Spotlight), à utiliser selon que le pilote souhaite suivre l'objet de face, de derrière, de côté ou de manière libre. Cette fonction qui permet de suivre automatiquement une personne ou un objet en mouvement, non plus grâce à la radiocommande du drone ou un GPS, mais grâce à l'analyse en temps réel de l'image, présente certaines limites. En effet, plus les mouvements du sujet sont brusques ou erratiques, plus le suivi sera difficile ! Dès qu'il perd son tracking, le drone se fige en stationnaire en attendant de retrouver ses esprits ou un nouvel ordre de votre part.

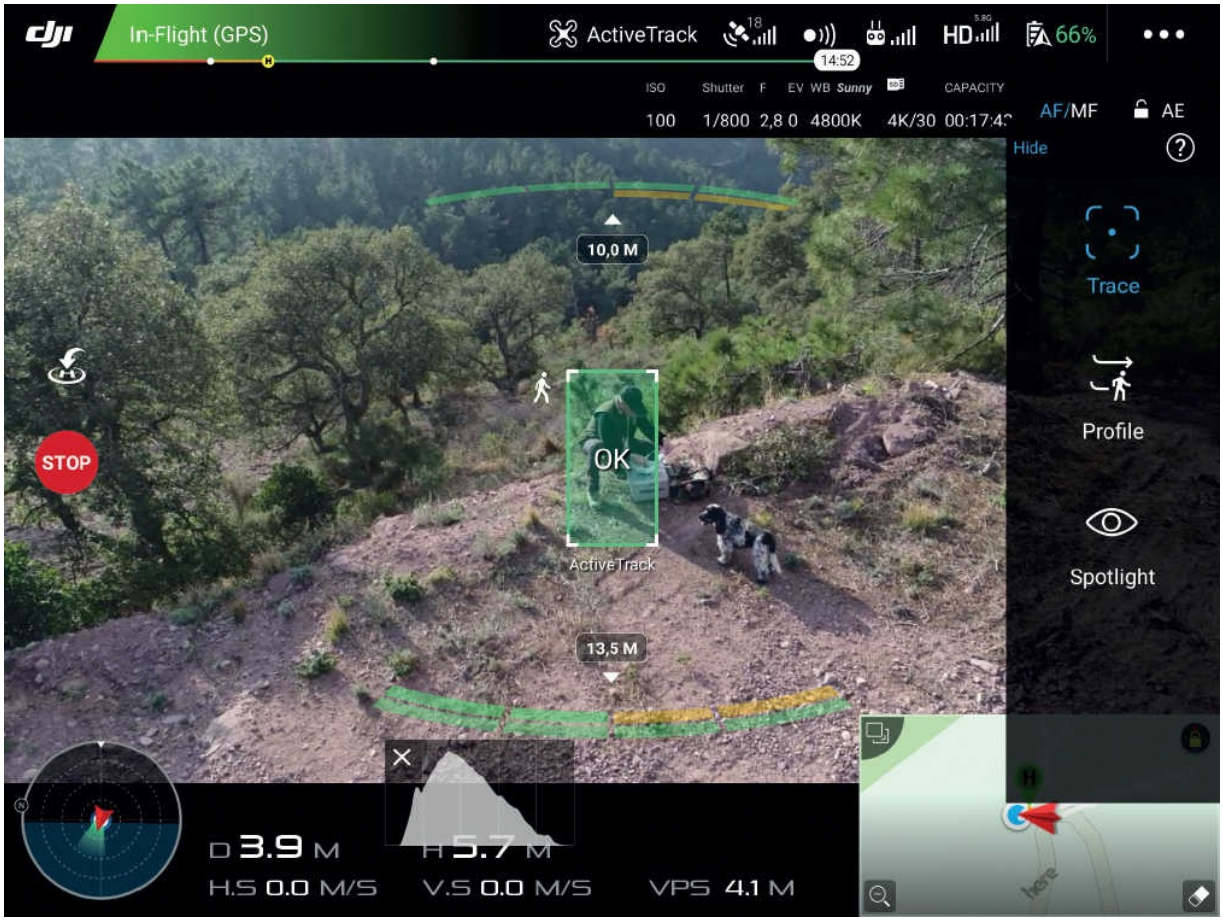


Figure 4-34.Une fonction utile et facile à mettre en œuvre sur le terrain. Il suffit de pointer du doigt sur l'écran le sujet à suivre.

Le mode TapFly

Afin de donner un objectif virtuel à votre drone, la fonction TapFly permet simplement d'appuyer sur votre retour vidéo pour sélectionner la zone dans laquelle doit se rendre votre Phantom 4 ou votre Mavic. Le drone part alors automatiquement à l'endroit demandé en adaptant sa vitesse et son altitude tout en évitant, bien évidemment, les obstacles.

Figure 4-35. Une fonction bien pratique pour maîtriser la trajectoire d'un travelling simple en se focalisant sur le cadrage et le mouvement de caméra.

Le mode Orbit (ou Points of interest, POI)

Tout l'intérêt des POI est d'automatiser la figure du travelling circulaire autour d'un sujet fixe. La caméra reste orientée vers le sujet au fur et à mesure que le drone garde sa trajectoire en suivant la circonférence programmée. Amusez-vous avec les diverses possibilités qui s'offrent à vous : en mer, à la neige, autour des arbres, d'édifices, de vous-même ou d'un groupe, etc.

Figure 4-36. Schéma d'illustration d'un POI.

En pratique, comment paramétrer son POI sur le Phantom avec l'application DJI GO ? Notez que tous les paramètres seront modifiables pendant le vol.

1 Après le décollage, placez le switch en mode F.

2 Positionnez-vous au-dessus du point pour enregistrer ses coordonnées GPS.

3 Définissez le rayon du cercle (de 5 à 500 m), la hauteur de vol (au minimum 5 m), le sens de rotation (horaire ou antihoraire) et la vitesse (en mètres/seconde, ou m/s).

4 Fixez la hauteur du RTH *(Return To Home)*.

5 Si vous êtes satisfait de vos réglages, enregistrez la vidéo.

Le mode Cable cam

Comme son nom l'indique, ce scénario de vol est emprunté au système télécommandé permettant de déplacer une caméra dans l'espace, en extérieur comme en intérieur, au moyen d'un câble. Avec le drone, le but est de filmer le sujet, le plus souvent fixe, en déplaçant la caméra sur un filin virtuel. Pour ce faire, vous définissez une trajectoire entre un point A et un point B, avec une hauteur pour chacun et la vitesse en mètres/seconde pour aller de l'un à l'autre. Vous n'avez plus alors qu'à vous concentrer sur votre cadrage sans vous préoccuper de la direction à suivre. Le drone stoppera sa course au point B.

Sur le Mavic et le Phantom, on retrouve une assistance au pilotage un peu similaire sous l'appellation « Course Lock », mais le vol en ligne droite n'est pas limité par A et B. (Pour plus de détails, reportez-vous au chapitre 3).

Le mode Waypoints

Programmer son plan de vol en posant d'un simple clic des waypoints (ou points de passage) sur la carte est une fonction qui est disponible sur les drones de loisir comme sur les appareils professionnels.

Filmer en programmant des waypoints, est-ce une bonne idée ? Aussi séduisante et précise soit-elle, la planification des points de passage et des mouvements de caméra sur une tablette, un smartphone ou un ordinateur avant le décollage ne produira pas automatiquement un beau plan. Par exemple, la hauteur, qui est un paramètre très important, ne se satisfait pas nécessairement d'un calcul linéaire entre deux points A et B. La même remarque est valable pour la vitesse. Selon moi, ce mode de vol n'apporte pas un avantage décisif par rapport au pilotage manuel. Il s'agit surtout d'un argument marketing. Le seul intérêt est d'utiliser le plus court chemin pour aller d'un point à l'autre sur les grandes distances.

Vu qu'elle existe sur votre drone, vous serez tenté de tester cette programmation du plan de vol. Mais attention, si votre drône n'est pas équipé de capteurs anticollison, son utilisation vous demandera de prendre quelques précautions de bon sens, à commencer par une reconnaissance du terrain pour déjouer tous les pièges et obstacles qui ne sont pas indiqués sur la carte, mais que la machine pourrait rencontrer sur son trajet (le relief, des arbres, des poteaux, des édifices, des lignes électriques, etc.). Ensuite, vous devrez déterminer les paramètres associés à chaque point de passage tels que la hauteur par rapport au sol, l'orientation de la caméra, etc.

Semblable au mode Waypoints, une nouvelle fonctionnalité a été ajoutée : le mode Draw. Ce dernier permet au drone de réaliser le parcours dessiné avec le doigt sur la carte figurant à l'écran de la tablette ou du smartphone. Le pilote peut alors se concentrer sur l'orientation de la caméra pendant le déplacement.

Applications des points de passage

Les points de passage sont très utiles dans toutes les applications de cartographie et de modélisation 3D car le drone quadrillera un terrain ou une structure pour obtenir une cartographie 2D ou 3D avec le niveau de précision souhaité. L'usage d'un drone pour réaliser de la photogrammétrie est plutôt réservé aux professionnels, mais rien ne vous empêche de vous amuser à modéliser grâce à l'application gratuite Pix4D. La photogrammétrie en drone se développe en effet dans de nombreux secteurs : agriculture, génie civil, archéologie, exploitation des ressources naturelles, etc.

Les applications de planification de vol les plus connues sont Droid Planner (pour drones 3DR), Mission Planner (pour ArduPilot open source autopilot de type Pixhawk, APM 2.x ou PX4) et Tower (développée par 3DR).

Tower est une application open source qui est de loin la plus sophistiquée pour planifier son vol. Robotics, son concepteur, prend soin de bien préciser à l'intention de ses clients qu'elle est réservée aux utilisateurs déjà experts qui souhaitent aller plus loin dans l'expérimentation des fonctions avancées. Si vous débutez, je vous conseille d'utiliser et d'explorer les possibilités de l'application Solo fournie avec le drone et de laisser de côté Tower le temps de vous familiariser avec votre machine. L'application native du Solo saura en effet vous procurer des expériences très satisfaisantes tant en vol qu'en prise de vues.

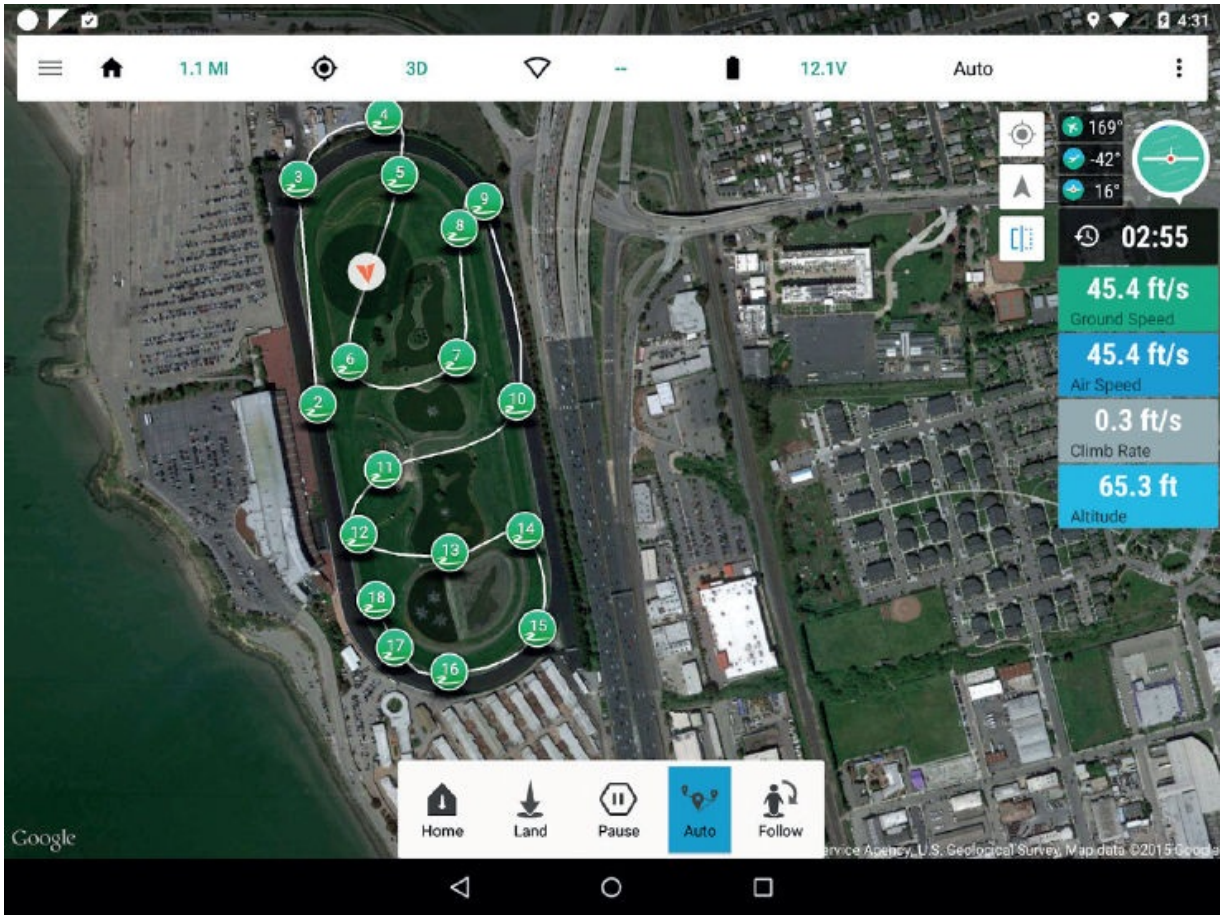


Figure 4-37. L'interface de programmation Tower.

Vol programmé : une phase d'apprentissage indispensable

Toutes ces applications de vols programmés demandent quelques vols d'essais pour bien comprendre leur fonctionnement et leurs limites. Sur le papier, elles sont séduisantes mais dans la pratique, les occasions de les mettre en œuvre sont plutôt limitées.

Le mode Tripod

Quand on pense vidéo, on pense mouvement et on oublie un peu trop vite que le drone peut aussi se positionner en vol stationnaire, parfaitement immobile pour réaliser un plan fixe. Il devient alors un trépied géant pour filmer n'importe quel sujet en mouvement. On peut s'attarder sur des vagues, un geyser, un panorama comportant des mouvements ou des objets qui le traversent. En vol statique, on peut réaliser de superbes ralentis *(slow motion)* à 120 ips sur des sportifs en action (saut, virage, chute**…**).

CHAPITRE 5

RÉUSSIR SES PHOTOS

Le but de tout photographe, même amateur, est de réussir *la* photo, celle qui portera une émotion, un message, sans défaut technique ou presque. La technique, une fois maîtrisée, servira votre intention afin de la révéler à celui qui regardera le cliché.

Quels sont les réglages qui intéressent le photographe aérien ? Il s'agit peu ou prou de ceux utilisés en vidéo : la définition, le format, la vitesse, la balance des blancs, la sensibilité, le bracketing, la compensation d'exposition et l'intervallomètre. Le but de ce chapitre est d'explorer les principaux réglages photo de votre drone et leur utilisation.

La composition

On dit que la composition est la clé d'une bonne photo. Or son art est rarement inné. Une bonne composition est le résultat de l'équilibre des masses, des lignes de force, de la profondeur, de l'emplacement du point fort, de l'équilibre de la lumière, du contraste et des couleurs qui composent la photo. Pour approfondir votre technique photographique, il existe de nombreux ouvrages spécialisés pour vous aider à progresser. N'hésitez pas à les consulter.

Les réglages de base de l’appareil photo

Comme en vidéo, vous devez vous poser la question de la destination de vos images. C’est en fonction de celle-ci que vous choisirez la définition, le champ de vision et le format. Ce n’est qu’ensuite, une fois sur le terrain, que vous effectuerez les réglages d’exposition les plus appropriés. Si vous débutez dans la photo aérienne, commencez par vous familiariser avec votre nouvelle caméra en opérant en mode Auto. Ce qui est vrai pour la vidéo l’est également pour la photo. Ce mode donne d’excellents résultats.

LA DÉFINITION DE L’IMAGE

Comme en vidéo, ne confondez pas la définition avec la résolution : pour en savoir plus à ce sujet, reportez-vous au chapitre 4.

En photo numérique, la course au millions de pixels continue. Canon annonce pour bientôt un capteur de 250 mégapixels alors que les appareils photo sont pour la plupart équipés de capteur de 16 à 25 mégapixels (Mpix). Sur nos drones, la définition des capteurs s’étend de 12 à 20 Mpix. La GoPro offre trois définitions ; préférez la plus grande (12 Mpix) – c’est le paramètre par défaut. Le Phantom 4 Pro avec son capteur d’1 pouce offre 20 Mpix.

Tableau 5-1. Définitions proposées par la GoPro.

DÉFINITION DU CAPTEUR	RATIO	TAILLE DE L’IMAGE RESTITUÉE
12 Mpix	4:3	4 000 × 3 000 pixels
7 Mpix	4:3	3 000 × 2 250 pixels
5 Mpix	4:3	2 560 × 1 920 pixels

Tableau 5-2. Définitions proposées par le Phantom 4 Pro.

DÉFINITION DU	RATIO	TAILLE DE L’IMAGE

CAPTEUR		RESTITUÉE
20 Mpix	3:2	5 472 × 3 648 pixels
18 Mpix	4:3	4 864 × 3 648 pixels
17 Mpix	16:9	5 472 × 3 078 pixels

Toujours plus !

Grâce à sa technologie de miniaturisation et d'analyse du signal, la GoPro est capable de traiter 360 millions de pixels par seconde. Elle peut donc saisir en rafale jusqu'à 30 ips (en 12 Mpix). Quant au Phantom, il peut prendre en rafale jusqu'à 14 photos.

Pourquoi adopter la définition maximale ? Sachez qu'un plus grand nombre de pixels permet de réaliser des tirages plus grands, mais aussi de pratiquer de simples recadrages ou de zoomer dans l'image, sans dégradation visible de la qualité.

Par ailleurs, la question du poids du fichier n'est plus un problème aujourd'hui, puisqu'une photo JPEG de 12 à 20 Mpix est comprise entre 6 et 8 Mo.

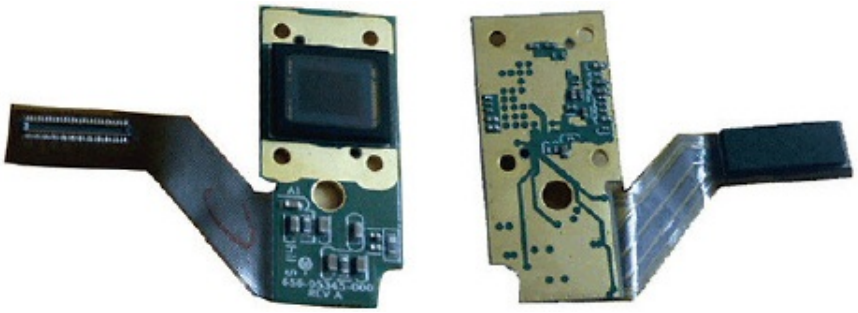


Figure 5-1. La taille d'un capteur de GoPro fait quelques millimètres de côté seulement, mais il dispose d'un potentiel immense.

Figure 5-2. Entre le Phantom 4 et le Phantom 4 Pro, la taille du capteur fait toute la différence.

En cas de basses lumières

Le nombre de pixels a une influence sur le temps de traitement de l'image et sur la sensibilité à la lumière. Plus il y a de pixels sur un capteur, plus ils sont petits, et moins le capteur est sensible à la lumière. Les images prises en basses lumières génèrent un bruit important, qui se traduit par des grains grisâtres causés par l'électronique pour compenser le manque de lumière dans les zones les moins exposées. On peut l'atténuer automatiquement par l'algorithme embarqué dans l'appareil, ou en post-traitement grâce à un logiciel de retouche, tel que Lightroom, Photoshop, PaintShop, ACDSee, Gimp, etc.

LE CHOIX DU FORMAT DE FICHIER

RAW ou JPEG, chaque format a ses avantages et ses inconvénients.

Le RAW est une image brute issue du capteur, avant traitement par le processeur qui lui affecte les réglages choisis. Par exemple, si vous appliquez le style noir et blanc à vos images, elles seront enregistrées sur la carte microSD au format brut avec les informations de conversion noir et blanc encapsulées dans le fichier. Lorsque vous visualiserez la photo sur votre appareil, elle sera bien en noir et blanc, mais les informations de couleur seront toujours disponibles. Aucune donnée ne sera donc perdue et la photo conserve un potentiel de correction non destructif. Par exemple, vous aurez ainsi la possibilité d'améliorer l'exposition, de manière à révéler les détails dans les ombres ou dans les hautes lumières sans affecter la qualité de l'image. Par ailleurs, les modifications apportées à l'image sont réversibles car elles ne sont pas inscrites dans le fichier RAW lui-même mais dans un petit fichier annexe.

Voici les principaux avantages du format RAW par rapport au JPEG.

- Une plage dynamique plus importante : plus d'informations sont conservées dans les hautes et basses lumières sur des images fortement contrastées et avec des écarts importants de luminosité. Du fait de la compression JPEG, beaucoup d'informations sont perdues, ce qui limite les possibilités de corrections.
- Une plus grande profondeur de couleurs pour une image plus riche en nuances : les photos peuvent être traitées en 16 ou 32 bits alors qu'en JPEG, vous serez limité à 12 bits.
- Lorsque vous êtes satisfait du résultat, l'image RAW peut être convertie en une multitude de formats de fichiers directement exploitables par n'importe quel ordinateur (TIFF, PNG, PSD, DNG, etc.). Le principal intérêt de ces formats, par rapport au JPEG, est qu'ils offrent la possibilité de stocker les données jusqu'à 32 bits.

Mais il n'y a pas que des avantages à choisir le RAW.

- Il génère de gros fichiers. Une image de 12 Mpix pèse, en effet, environ 18 Mo, contre 6 en JPEG. Le nombre d'images pouvant être enregistrées en rafale est par conséquent limité par le débit de la carte SD.
- Le RAW n'est pas normalisé et il en existe autant de formats différents que de modèles d'appareils face au DNG, le standard. La question se pose alors de l'avenir des fichiers RAW si, dans quelques années, ce format n'est plus supporté par les applications actuelles. Alors que le JPEG est un format compact et universel.
- Le RAW n'est pas diffusable tel quel sur Internet. Vous devrez utiliser un logiciel de retouche afin de l'exporter dans un format de diffusion adapté, ce qui demande de passer du temps en post-traitement.

Pour les indécis, sachez que la plupart des caméras proposent l'enregistrement simultané des deux formats pour bénéficier des avantages de chacun. Vous pourrez ainsi stocker plus de 500 clichés en RAW et en JPEG sur une carte de 16 Go à moins de 15 €. Il ne vous reste plus qu'à acquérir un logiciel de retouche d'images compatible avec le format RAW, comme Lightroom ou le freeware Raw Therapee.

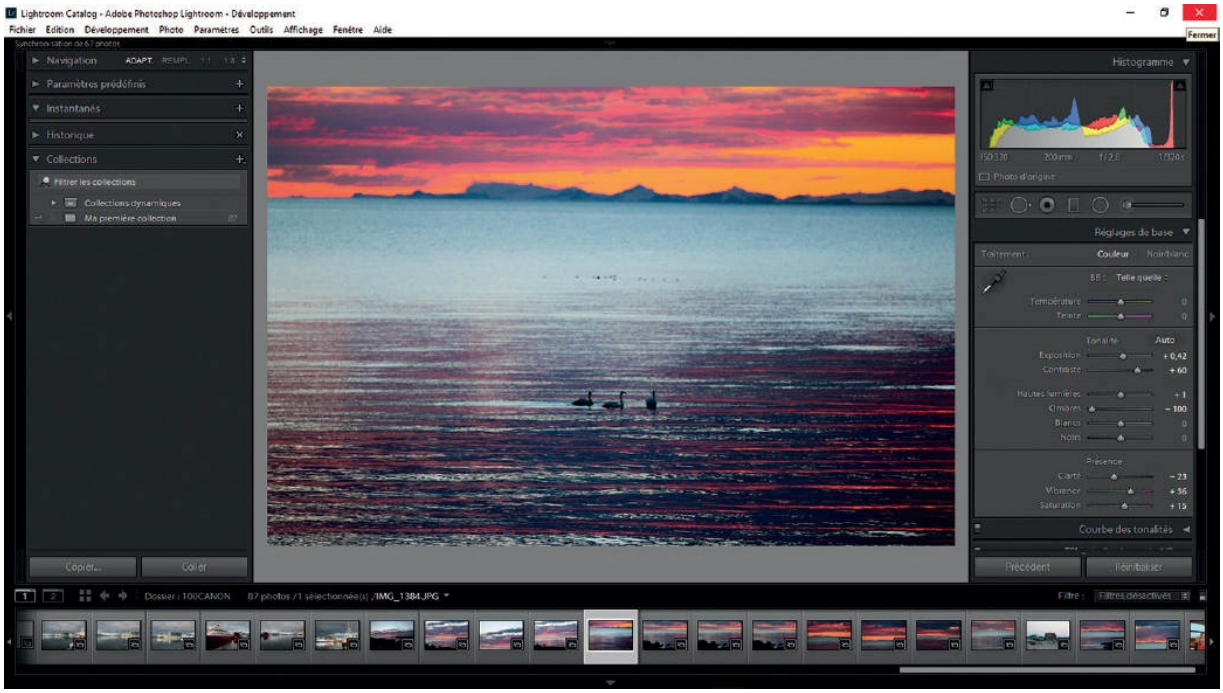


Figure 5-3. Lightroom, une interface dédiée principalement à la retouche photo et au traitement RAW (voir chapitre 7).

LE CHAMP DE VISION

Avec les GoPro et leurs objectifs grand-angle couvrant un champ de vision de 94 à 170°, vous aurez une certaine latitude pour resserrer ou, au contraire, élargir cet angle. Sur le Mavic et le Phantom au contraire, le champ de vision est fixe. Sur le Mavic, il est légèrement plus étroit (78°) que sur le Phantom 4 (94°), ce qui a tendance à produire des images plus étroites. En revanche, la déformation d'objectif n'est presque plus perceptible, alors qu'avec les Gopro 3 et 4 c'est un problème.

Sur ces images, on constate que la déformation d'objectif est la même quel que soit l'angle Wide ou Medium : seul le champ de vision est plus ou moins large. À moins de vouloir conserver cet effet dit « fish-eye », il faudra le corriger en post-traitement grâce à votre logiciel de retouche. Les drones avec leur caméra intégrée ont supprimé cette distorsion ; c'est appréciable lorsqu'on veut utiliser immédiatement ses clichés, sans avoir à réaliser des retouches pour supprimer les hélices et les bras du drone qui entrent dans le cadre.

Figure 5-4. Voici les différents choix d’angles d’une GoPro 4 : 12 MP/W°, 7 MP/W°, 7 MP/M° et 5 MP/M°.

Mise au point

Les caméras-drones embarquent des petits capteurs munis d’objectifs avec une très courte focale. Il est alors inutile de s’occuper de la mise au point, puisque les objectifs sont réglés à la distance hyperfocale. Les caméras produisent des images nettes de quelques centimètres à l’infini.

Figure 5-5. L'interface DJI GO pour les réglages de base du Phantom 3

Les réglages avancés de l’appareil photo

Les tests comparatifs réalisés par la presse spécialisée mettent en tête du classement la caméra du Phantom 3 et la GoPro 4 Black. La différence entre ces caméras-drones est leur interface de communication. Sur ce point, le Phantom 3 ou 4 dispose d’un gros avantage avec son application DJI GO qui permet d’accéder en temps réel pendant le vol à tous les réglages du mode photo et vidéo, avec une tablette, un smartphone et la radiocommande. Ainsi, nul besoin de lâcher les manettes des commandes pour naviguer dans les menus. C’est le cas des drones avec caméra intégrée, comme le Yuneec Q500 4K ou le Beebop. Avec cette catégorie d’appareils, on a l’impression d’avoir entre les mains une caméra volante télécommandée, alors qu’avec un Phantom 2 ou un TBS Discovery Pro embarquant une GoPro, on a davantage le sentiment d’être un télépilote qui transporte une caméra autonome.

Figure 5-6. L’évolution de la caméra-drone passe par l’intégration totale de l’ensemble châssis, nacelle et caméra.

Sur un drone de votre conception, les réglages de la Gopro n’étant pas accessibles en vol depuis une interface, vous vous contenterez de photographier avec l’intervallomètre pendant toute la durée du vol, pour ensuite trier les images sur votre ordinateur. Mais avec l’arrivée du Karma de chez Gopro, les choses ont changé.

Figure 5-7. Le contrôleur Karma est une radiocommande « manette de jeu » dotée d'un écran tactile pour accéder aux paramètres photo et vidéo.

Figure 5-8. L'interface DJI GO, avec au menu les réglages avancés du Phantom 3.

Une fois les réglages de base effectués et si vous débutez dans la photo aérienne, commencez par vous familiariser avec votre nouvelle caméra en opérant en mode Auto, qui donne d'excellents résultats. Ensuite, si vous le souhaitez, vous pourrez aller encore plus loin dans les réglages en activant le mode manuel ou Protune sur la GoPro. Ainsi, vous réglerez manuellement la vitesse, la balance des blancs, la sensibilité, la netteté, les profils couleur, le

bracketing, la correction d'exposition, l'HDR, le mode rafale et l'intervallomètre.

> **Remarque**
>
> Les explications détaillées sur les réglages avancés concernant à la fois la photo et la vidéo ont été développées au chapitre précédent.

LA VITESSE

Les nacelles actuelles à trois axes sont tellement bien stabilisées qu'elles autorisent une plus grande latitude dans la durée d'exposition. Exceptionnellement, lorsqu'il n'y a pas de vent, que le sujet est fixe et que l'on recherche un certain effet, vous pourrez monter la vitesse jusqu'à quelques secondes tout en obtenant une image nette. C'était chose inimaginable il n'y a pas si longtemps. En situation normale, ne tentez pas le diable et préférez une plus grande vitesse d'obturation, de 1/250 à 1/500 s au minimum.

LA BALANCE DES BLANCS

Le réglage de la balance des blancs est déterminant pour réussir une belle image, mais n'en faites pas pour autant une obsession, et ce, d'autant plus si vous enregistrez vos photos en mode RAW. En effet, il sera alors possible de la régler en post-traitement. Pour ne pas se tromper, 5 000 à 6 000K est un bon choix. Il s'agit de la température de couleur de la lumière du soleil en milieu de journée. À défaut, le mode automatique AWB joue parfaitement son rôle en photo.

LA SENSIBILITÉ ISO

Réglez les ISO le plus bas possible en fonction de la luminosité pour éviter le bruit. En pleine journée ensoleillée ou par temps nuageux, 100 à 200 ISO conviennent parfaitement. À l'aube ou au crépuscule, n'allez pas au-delà de 400 ou 800 ISO

Tableau 5-3. La limitation ISO du mode Protune Photo (source : GoPro).

SENSIBILITÉ ISO	QUALITÉ DES PHOTOS OBTENUES
800 ISO (par défaut)	Les photos sont plus sombres par très faible luminosité et contiennent davantage de bruit.
400 ISO	Les photos sont plus sombres par très faible luminosité et contiennent une quantité modérée de bruit.
200 ISO	Les photos sont lumineuses sous un éclairage d'intérieur et le bruit est limité.
100 ISO	Les photos sont lumineuses sous une lumière naturelle extérieure et le bruit est minimal.

LA NETTETÉ ET LE STYLE D'IMAGE

Ces réglages personnalisés, qui relèvent plus du goût ou de l'intention, permettent de contrôler la netteté des images et de régler le profil couleur en contraste et saturation. Les réglages par défaut maximisent la netteté et saturent les couleurs pour un rendu flatteur, avec beaucoup de piqué mais parfois à la limite de l'artificiel.

Figure 5-9. Sur une GoPro, vous avez le choix entre deux profils couleur.

Au menu de l'application DJI GO des Phantom, vous avez le choix entre :

- Standard (par défaut) : tous les paramètres sont neutres (à 0) ;
- Landscape (paysage) augmente netteté et contraste, pour une image avec le maximum de piqué ;
- Soft (doux) diminue la netteté pour adoucir le rendu ;
- Custom (personnalisé) : c'est vous qui choisissez le niveau de chaque paramètre.

Ces réglages ne s'appliquent qu'aux images JPEG, les fichiers RAW restant par définition intacts (voir figures 4-18 et 4-20).

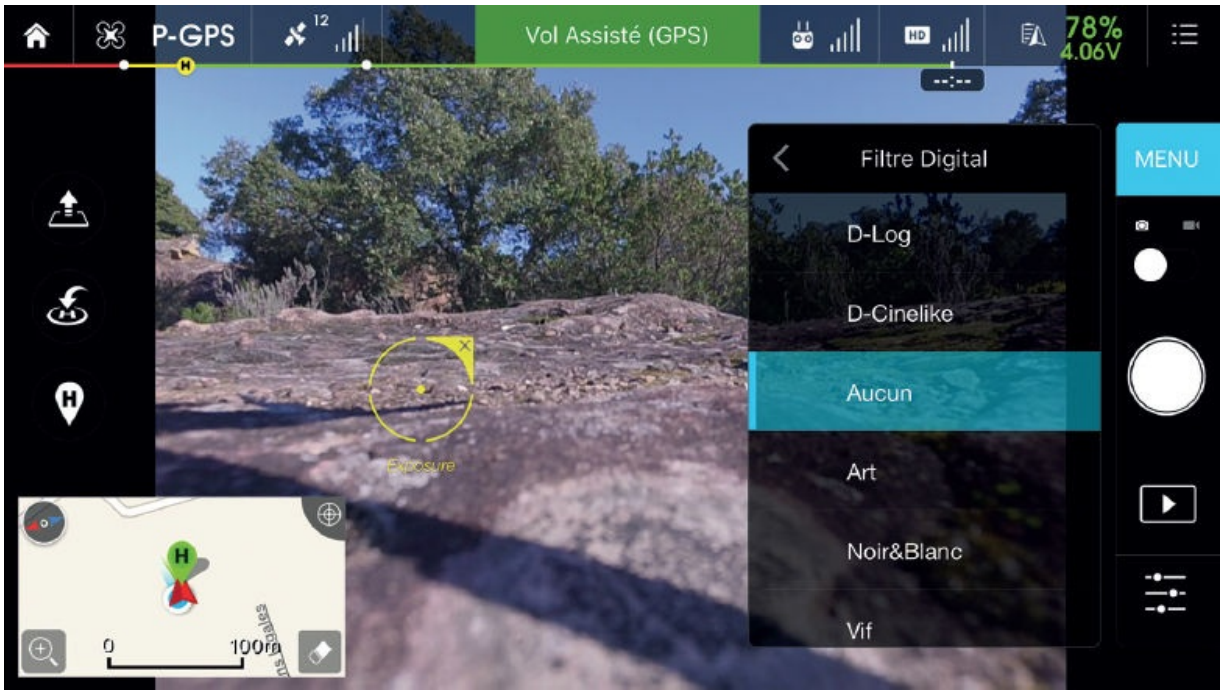


Figure 5-10. Sur un Phantom 3, plusieurs styles d'images sont proposés.

LA COMPENSATION DE L'EXPOSITION

Analysez la composition de votre cadre pour déceler les zones de très hautes ou très basses lumières. Puis réglez la compensation d'exposition pour les hautes lumières afin de ne pas surexposer votre image. Sachez que déboucher les ombres en post-traitement est plus facile que de supprimer des hautes lumières cramées.

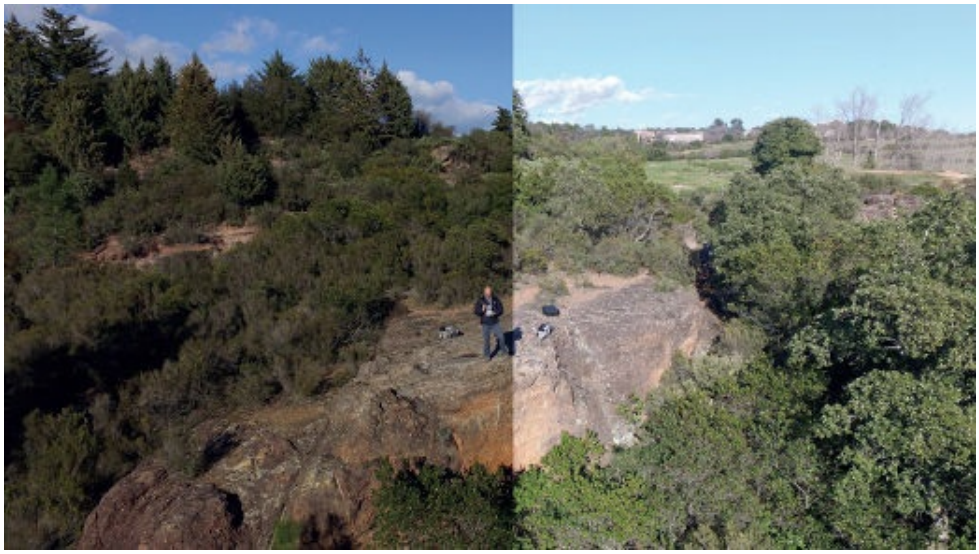


Figure 5-11. Le même selfie avec correction à gauche (1/1 488 s et 1,7 IL) et sans correction d'exposition à droite (1/558 s et 0 IL).

LE BRACKETING

Dans les situations de luminosité extrême (avec une partie en plein soleil et l'autre à l'ombre), il n'est pas facile de déterminer la meilleure exposition. Grâce à la fonction de bracketing, notée « AEB » (*Automatic Exposure Bracketing* ou exposition décalée), l'appareil réalise des photos sous-exposées ou surexposées par rapport au réglage initial d'exposition – à vous ensuite de choisir la meilleure ou de les combiner au moment du post-traitement. Sur le Phantom, commencez par activer cette option en définissant le nombre de clichés supplémentaires (entre 2 et 4) qui vont être sous-exposés et surexposés. L'écart d'exposition entre chaque cliché est de +/-0,7 IL (pour « indice de lumination », ou EV pour *Exposure Value*).

Notez que la GoPro ne propose pas cette fonction de bracketing.

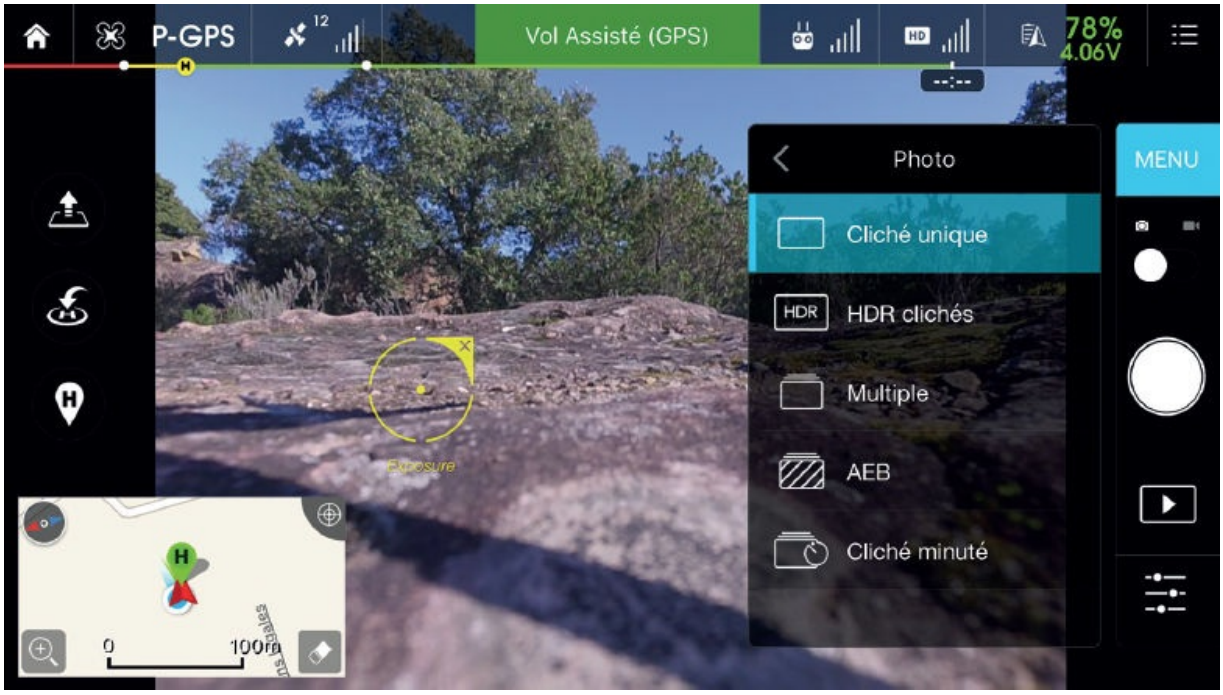


Figure 5-12. L'interface DJI GO pour les fonctions de bracketing et d'HDR.

L'HDR ET LE WDR

Il existe de nombreuses techniques pour assembler plusieurs photos exposées différemment. La plus connue est l'HDR *(High Dynamic Range)*. Pour simplifier, le processeur de la caméra assemble automatiquement une série de photos prises en rafale avec des expositions différentes pour ensuite rendre le meilleur en une seule image. Cette technique produit des visuels correctement exposés lorsque des zones fortement contrastées coexistent. Attention tout de même, les photos peuvent être jugées un peu trop artificielles lorsque l'HDR abuse du nombre d'images bracketées, sauf si c'est votre volonté.

Le mode HDR n'est plus proposé dans l'application DJI GO 4 du Mavic, du Phantom 4 et de l'Inspire 2, alors qu'il existait pour le Phantom 3. Cette suppression laisse penser qu'il n'était pas satisfaisant. En revanche, GoPro 5 propose le mode WDR *(Wide Dynamic Range)*, un équivalent du HDR. Ce mode augmente le niveau de détail dans les tons foncés et clairs d'une image. L'exposition de la photo résultante est optimisée dans ces plages de tons extrêmes.

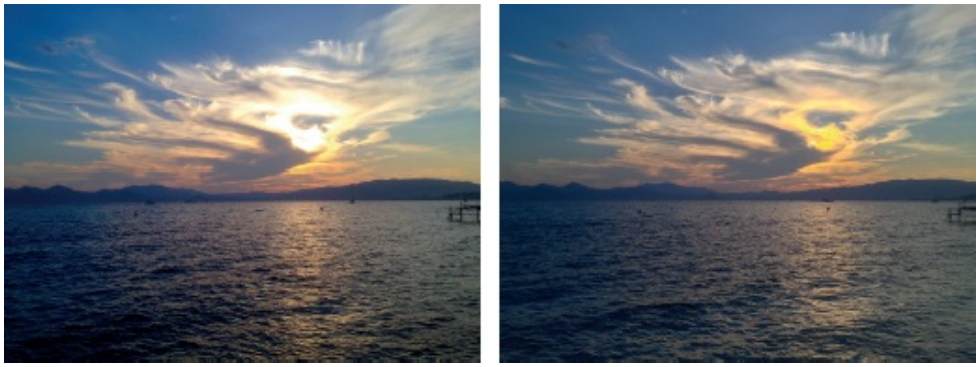


Figure 5-13. À gauche, une photo prise en Auto sans HDR ; à droite, en Auto avec HDR. La surexposition des nuages a été corrigée sans assombrir la mer.

RAFALE ET INTERVALLOMÈTRE

Le mode rafale est une fonction utile pour la photo sportive ou d'action. Il permet de saisir l'instant ou, au contraire, de décomposer le mouvement. La photographie par intervalles est une technique qui s'apparente plus à la vidéo.

Avec une GoPro, la rafale peut s'ajuster à votre convenance ou capturer automatiquement une série de photos à intervalles définis. Voici les caractéristiques de ce mode sur la GoPro :

- 30 photos/s, ou en 2 s, 3 s, 6 s ;
- 10 photos/s, ou en 2 s, 3 s ;
- 5 photos/s ;
- 3 photos/s.

Le mode rafale du Phantom 3 propose, quant à lui, seulement 7 photos/s et le Phatnom 4, 14 photos.

L'intervallomètre est la fonction incontournable pour photographier avec les drones qui embarquent une GoPro sans possibilité de déclencher à distance. Avec ce mode, vous aurez accès aux intervalles suivants : 1/2 s, 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, 30 s et 60 s. Ainsi, vous réaliserez des photos à intervalles fixes ou créerez un effet d'accéléré. Avec l'intervallomètre du Phantom, vous aurez le choix entre 5 s, 7 s, 10 s, 20 s et 30 s.

Jouer des différents points de vue et effets

Prendre de la hauteur pour réaliser une photo est la principale justification pour utiliser un drone de loisir. Mais ne négligez pas pour autant les basses altitudes.

Avec votre drone, cherchez de nouveaux points de vue et perspectives. L'appareil devient votre trépied aérien pour placer votre objectif là où vous ne pouvez pas aller physiquement : à plusieurs dizaines de mètres de hauteur, à quelques centimètres ou loin du sujet… Il pivote à 360° et s'immobilise précisément grâce à son GPS lorsque vous le décidez.

Figure 5-14. Avec votre drone, cherchez de nouveaux points de vue et de nouvelles perspectives.

J’ai constaté autour de moi que nombre de dronistes n’avaient pas beaucoup d’expérience en photographie avant de se lancer dans cette aventure. C’est pourquoi je profite de ce chapitre pour rappeler quelques fondamentaux bien

connus des photographes. Les adopter tels quels ou les adapter pour la photo aérienne vous permettra d'obtenir de meilleurs résultats.

PROGRAMMER SA PHOTO

Être au bon endroit au bon moment est une situation que doit rechercher le photographe afin de se retrouver dans les meilleures conditions pour réaliser ses photos. En effet, comme en vidéo, les secrets d'une image réussie est la lumière. Les paysages changent d'aspect en fonction de l'heure de la journée. Un soleil rasant, comme les levers et couchers de soleil, ou un climat hivernal donnent une ambiance, une teinte et une atmosphère particulières. Il est donc important d'effectuer un repérage des lieux avant d'opérer, pour choisir le meilleur moment de la journée en fonction de la saison et de la météo.

Figure 5-15. Un soleil de minuit au cercle polaire, en Islande.

Pour aller plus loin

Réussir de belles images ne tient pas qu'à la lumière. Mettez en scène les nuages dans le ciel pour lui donner plus de présence, recherchez les contrastes, les oppositions de couleurs, de textures et de mouvements, variez les perspectives, jouez avec les ombres et les lignes naturelles, intégrez l'humain au bon endroit pour attirer le regard. Utilisez la règle des tiers pour placer les éléments importants dans votre image. Voici quelques conseils afin de réussir vos photos :

- faites attention aux apparitions parasites dans le cadre – l'ombre du drone, votre présence si ce n'est pas un choix volontaire de votre part,

les hélices dans les coins supérieurs, etc. ;

- ne placez pas le soleil face à l'objectif
- ne photographiez pas les paysages par temps brumeux, car le rendu sera décevant ;
- évitez les distorsions d'objectif sur les lignes verticales et horizontales en bord de cadre, etc.

PANORAMIQUE ET PHOTOGRAMMÉTRIE

Avec un drone, rien n'est plus facile que de réaliser une photo panoramique d'un superbe paysage. Comme en vidéo, prenez une série de photos se recoupant sur 20 à 30 % de leur surface, pendant la durée de rotation du drone. Avant le décollage, n'oubliez pas d'effectuer tous vos réglages d'exposition s'ils ne sont pas accessibles en vol.

À l'aide d'un logiciel de retouche, tel que Lightroom, assemblez ces photos qui contiennent des zones de recouvrement pour créer un magnifique panorama : https://helpx.adobe.com/fr/lightroom/how-to/merge-photos-for-panorama.html.

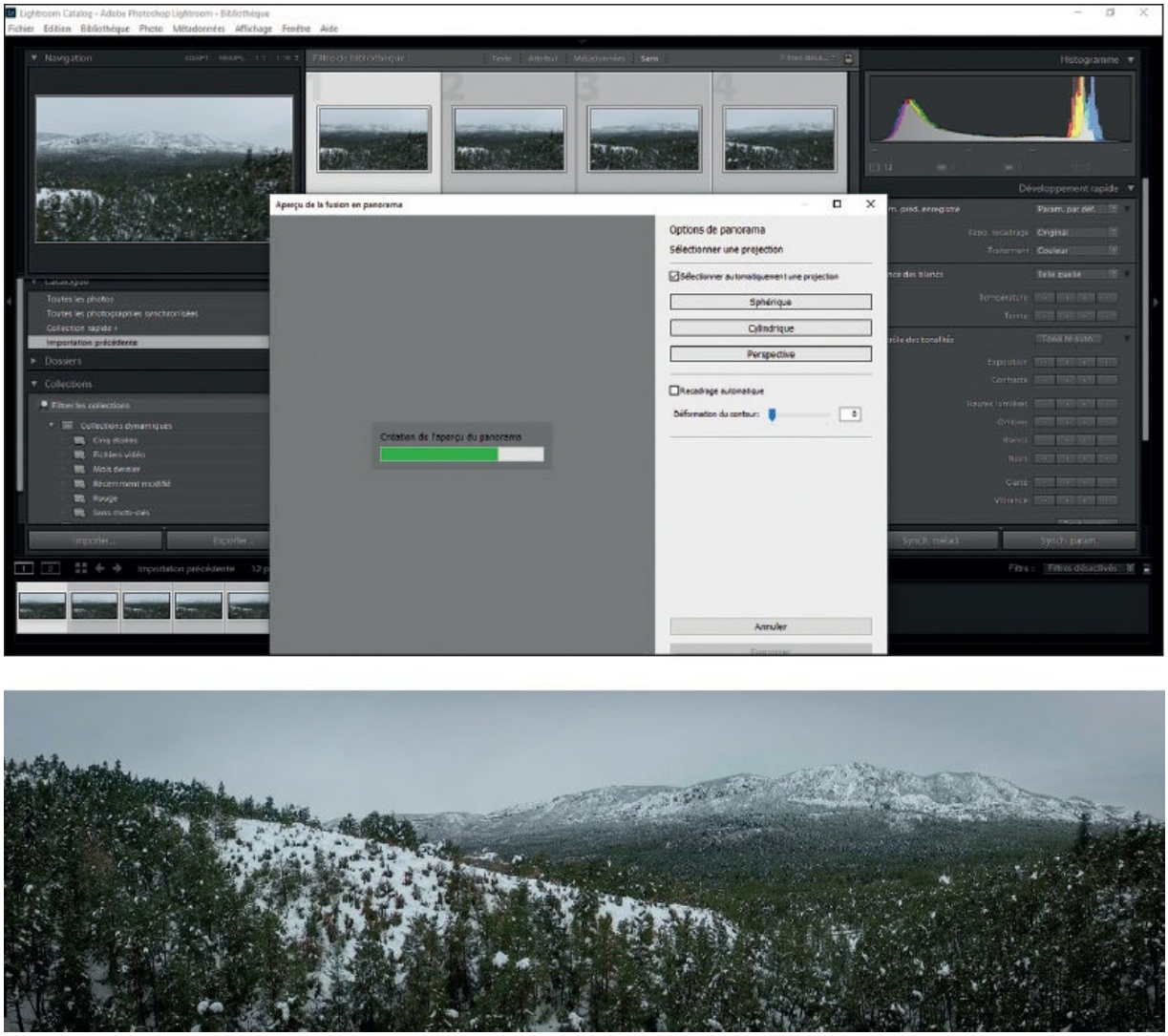


Figure 5-16. Trois ou quatre photos suffisent pour créer un panorama parfait sur ordinateur en quelques secondes.

De la photo panoramique à la photogrammétrie aérienne, il n'y a qu'un pas que de nombreux dronistes de loisir ont franchi pour s'en faire un véritable passe-temps grâce à des applications comme Pix4D. La photogrammétrie aérienne regroupe l'ensemble des techniques et matériels utilisés pour aboutir à la représentation en 2D et en 3D d'un territoire étendu, à partir de clichés aériens dont la précision (et donc l'échelle) dépendra de la hauteur du vol. C'est dans ce contexte de basse altitude et avec l'utilisation du GPS pour planifier une mission de survol à l'aide de waypoints (voir chapitre 4 pour plus de détails) que les drones ont trouvé une nouvelle fonction taillée pour eux.

Cette technique appréhende dans son ensemble une zone à aménager, à analyser, à traiter (un parc d'activités, un projet routier, la sylviculture, l'agriculture, la cartographie, l'environnement, des zones inondables, l'urbanisme, etc.). Alors pourquoi ne pas « mapper » votre environnement pour vous amuser ?

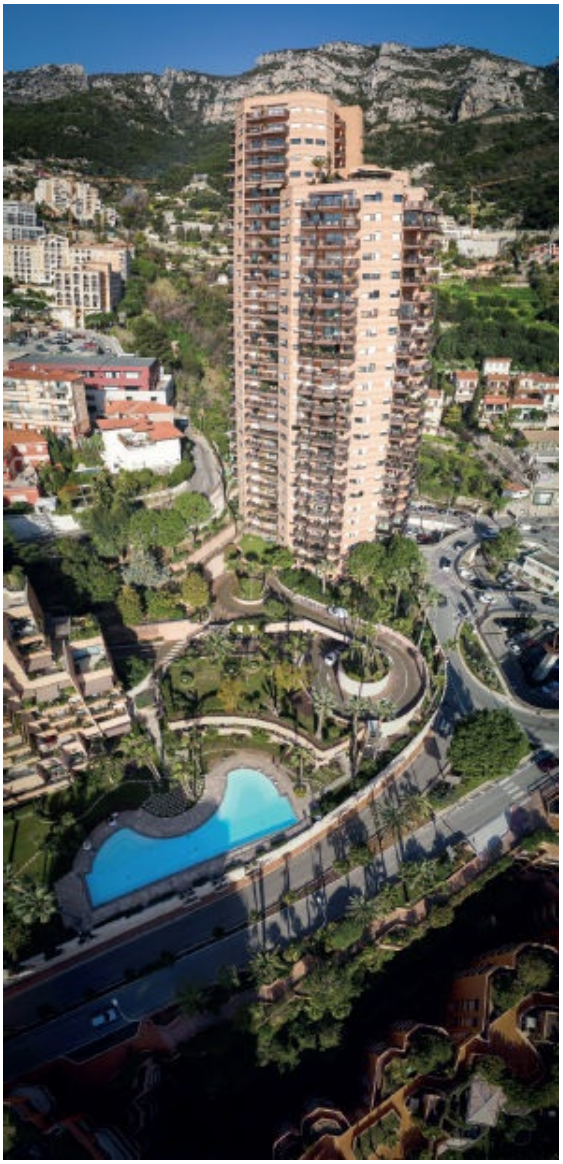


Figure 5-17. Un panorama vertical produit un effet surprenant à condition d'avoir de la hauteur et de la profondeur.

Figure 5-18. À partir des photos de votre maison et grâce aux fonctions POI et Orbit, recréez une image 3D dans Pix4D.

À savoir

Une version gratuite de Pix4D est téléchargeable sur le site de la société suisse (https://pix4d.com/product/pix4dmodel). Retrouvez le projet complet sur https://pix4d.com/hc/en-us/articles/204691855#gsc.tab=0.

L'ANGLE DE VUE

Pour chaque sujet à photographier, il existe une relation idéale entre son importance (sa taille et son volume) et le positionnement du drone (sa distance et sa hauteur). C'est elle qui détermine un angle de prise de vue idéal. Pour connaître les termes de cette équation, vous devrez tâtonner et vous aider du retour image en vous déplaçant autour du sujet. Ne vous contentez pas de ce que vous voyez de votre place. Vous découvrirez peut-être que la face cachée est plus belle, mieux éclairée, plus contrastée. Avec de la patience, vous trouverez l'angle, la hauteur et la distance idéaux, ceux qui donnent la meilleure mise en perspective et révèlent le sujet comme nous n'avons pas l'habitude de le voir ni même de l'imaginer.

Figure 5-19. Le même décor pris à des distances différentes ne montre pas tout à fait la même chose.

Tout est une question de dosage, d'effet recherché et d'expérience. Si vous êtes trop loin de votre sujet, il n'attirera pas suffisamment le regard. Et si vous êtes trop haut, il semblera écrasé.

Quelques mots sur le cas particulier du soleil à l'horizon. C'est à ce moment de la journée que les reflets et les ombres portées sont les plus intéressants. Pour les reflets sur l'eau, le drone sera positionné le plus bas possible, tandis que pour les ombres, il faudra prendre de la hauteur. Cet exemple prouve bien qu'en volant plus haut, plus bas ou plus près, le drone modifie le point de vue du sujet et donc de la photo.

Remplissez le cadre

Il arrive qu'une photo manque d'intensité parce que le sujet principal n'occupe pas suffisamment de place dans le cadre. Celui-ci semble perdu au milieu

d’éléments qui parasitent et détournent le regard de l’essentiel, à savoir votre sujet. En remplissant le cadre, en approchant le drone, vous attirerez l’attention du spectateur sur votre sujet et uniquement sur lui. Avec le drone, vous pouvez vous approcher du sujet pour impliquer davantage le spectateur sur les détails, ou au contraire vous en éloigner pour embrasser le contexte, ce qui donnera davantage de sens à l’image.

Sur la plupart des drones, la caméra est une focale fixe en grand angle. Seuls les derniers modèles ont un zoom numérique activable. L’image que cette focale produit tend à créer de la distance en supprimant la perception de profondeur, de relief. Pour y remédier, il faut s’approcher du sujet, parfois très près, et c’est là qu’on apprécie d’avoir des capteurs anticollision. Si votre sujet est un être vivant, qui plus est en mouvement, maintenez une distance de sécurité.

Figure 5-20. La caméra X5 de l’Inspire a des objectifs interchangeables de 12 à 45 mm. On entre ici dans le domaine professionnel.

Pour la photo de paysage qui ouvre sur un grand espace, il est particulièrement intéressant de placer dans votre composition un sujet lié au premier plan. Un arbre, un rocher, une maison, un bateau, une vague qui se fracasse... Avec votre drone, vous pouvez vous déplacer plus facilement pour mettre cet objet au premier plan entre votre caméra et l’arrière-plan. Votre composition s’en trouvera renforcée.

Figure 5-21. Cherchez un premier plan pour renforcer votre composition.

Pensez à la règle des tiers pour composer votre cadre. Si votre image n’est pas parfaite, vous aurez toujours la possibilité de la recadrer lors de la retouche pour améliorer sa composition.

La règle des tiers

La règle des tiers, qui s’applique aussi en vidéo, sert à composer une image, en plaçant ses éléments importants sur des lignes verticales ou horizontales, ou à leurs intersections (considérées comme des points forts). Visuellement, le cadre se divise en 9 secteurs.

En ce qui concerne les réglages photo, vous aurez sans doute remarqué que votre application vous propose d’afficher en surimpression une grille à l’écran pour vous aider dans la composition de l’image selon la règle des tiers. Cette grille permet de vérifier que le niveau de l’horizon est parfaitement horizontal avant de déclencher. À propos d’horizon, bannissez la mi-hauteur parfaite dans l’image. Si le ciel avec ses nuages est votre sujet, réservez-lui les deux tiers supérieurs de votre composition.

Figure 5-22. La grille de composition telle qu'elle apparaît sur l'écran de votre appareil photo.

Figure 5-23. Évaluez la place du ciel en fonction de l'intérêt du premier plan.

En ne plaçant pas volontairement votre sujet au centre de l'image, vous lui donnez un aspect dynamique plus intéressant. L'exception qui confirme cette

règle concerne le cas où vous voulez mettre en relief une symétrie.

La symétrie

Les éléments symétriques naturels ou artificiels peuvent être à la base de compositions intéressantes. Tout autour de nous, les bâtiments, les monuments et plus généralement l'architecture se prêtent bien à ce type de composition.

Figure 5-24. Effet de symétrie du ciel qui se reflète sur le lac.

Les lignes directrices (ou forces)

Vous avez sans doute remarqué que notre regard a tendance à suivre les lignes qu'il rencontre. En recherchant et en incluant ces lignes directrices dans votre cadre, vous allez conduire le regard du spectateur vers les points forts de l'image. En combinant harmonieusement plusieurs types de lignes (horizontales, verticales, diagonales et courbes), vous améliorerez votre composition.

Figure 5-25. La jonction des bras de rivière avec ses rives et les cygnes dessinent autant de lignes directrices.

Le cadre dans le cadre

Une autre façon d'attirer le regard vers le sujet principal est utiliser les éléments du décor pour créer un cadre dans le cadre.

Figure 5-26. Un trou dans un mur ou une percée dans le feuillage servent ici de cadre dans le cadre pour orienter le regard.

La profondeur de champ

La profondeur de champ a un impact sur la composition d'une photo. Une faible profondeur de champ isole le sujet de son environnement et le met donc en valeur. À l'inverse, une grande profondeur de champ replace le sujet dans son contexte en montrant tout ce qui l'entoure. Comme on ne peut pas vraiment jouer sur la profondeur de champ avec un drone de loisir étant donné qu'il s'agit d'un très grand angle, il faut faire attention à l'arrière-plan. Traquer et éliminer tout ce qui peut nuire au sujet, comme les objets incongrus, les

ombres portées, etc. Comment ? En recherchant d'autres points de vue pour s'affranchir de ce qui gâche le cadre. En prenant de l'altitude ou le contraire. En explorant la composition du premier plan à l'arrière-plan en recherchant les objets qui vont induire une profondeur jusqu'à obtenir un cadre totalement satisfaisant.

Certains sujets se prêtent particulièrement bien à la verticalité. Vues d'en haut, les choses forment des dessins géométriques parfois étonnants, des assemblages de couleurs inattendus. Le travail du photographe lituanien Karolis Janulis est une parfaite illustration de ce que l'on peut produire depuis ce point de vue inédit.

Figure 5-27. Vus du ciel, de simples alignements de transats sur une plage ou les toitures délabrées d'un site industriel après une chute de neige suffisent à créer une vision inattendue.

Les motifs et les textures

Les motifs et les textures sont plus présents autour de nous que nous le pensons. Il suffit de s'exercer à les voir. La répétition d'un objet, d'une forme ou d'une matière peut permettre de réaliser des photos saisissantes.

Le meilleur moyen de faire ressortir la texture d'un élément est de privilégier une lumière latérale.

Figure 5-28. Dunes en noir et blanc et jeux d'ombres par Karolis Janulis.

Le contraste

Il peut être intéressant de juxtaposer des éléments contrastés pour renforcer l'impact de vos photos. Le contraste ombre/lumière est le plus connu mais vous pouvez également mettre en évidence un contraste de formes, de couleurs, de textures, de tailles, etc.

Figure 5-29. Floraison des mimosas en février dans le massif de l'Estérel.

LES EFFETS

En jouant avec la vitesse d'obturation et l'intervallomètre, vous allez créer des effets surprenants.

L'exposition longue

Grâce à la stabilité presque parfaite des drones de dernière génération, vous pourrez envisager de photographier à des vitesses lentes. Avec un trépied au

sol, il est possible d'exposer plusieurs dizaines de secondes sans risquer le flou de bougé sur les éléments fixes. Et en vol stationnaire, sans vent, on peut tenter, en théorie, d'exposer jusqu'à 8 s avec un Phantom 3 ou 4. En pratique, n'escomptez pas aller au-delà de 4 s.

Variez également les vitesses pour un même sujet afin d'obtenir des flous de densité différente. Cela fonctionne plutôt bien si vous êtes éloigné de votre sujet car, plus vous serez proche, plus ce sera flou. Pensez aussi à multiplier les photos pour ensuite sélectionner la meilleure.

Figure 5-30. Exemple de pose longue qui donne un effet irréel, vaporeux et cotonneux sur l'écume des vagues.

Pour mémoire, GoPro propose un mode de prise de vue nocturne associant vitesse lente (de 2 à 30 s) et intervallomètre (de 15 s à 60 min). Cette fonction n'est pas exploitable de nuit sur un drone, à cause de la réglementation qui interdit les vols à ce moment de la journée.

Nuit aéronautique

La nuit aéronautique commence 30 min après l'heure légale locale du coucher du soleil et se termine 30 min avant le lever du soleil. Mais rien ne vous interdit d'utiliser de jour le mode nocture de la GoPro pour bénéficier d'une exposition longue.

Le time-lapse

Le time-lapse est une technique permettant de créer une vidéo en assemblant

une série chronologique de photos prises à intervalles réguliers (par exemple, toutes les 5 s). La scène se déroule alors en accéléré pour le spectateur. Ce procédé est couramment employé pour montrer l'ouverture d'une fleur, le mouvement du soleil et de la lune, des nuages dans le ciel et, en général, tout ce qui évolue lentement dans un décor figé.

Il existe deux façons de réaliser un time-lapse. Avec une caméra vidéo, l'intervallomètre enregistre une image toutes les *x* secondes et regroupe le fichier en une vidéo lorsqu'on arrête l'enregistrement. Avec un appareil photo, l'intervallomètre génère une succession d'images qu'il faut ensuite assembler dans un logiciel d'édition vidéo ou photo pour créer une vidéo.

Nos caméras-drones en mode GPS sont devenues tellement parfaites que l'on peut tenter de réaliser des time-lapses d'un point de vue aérien, grâce au mode vidéo ou au mode photo par intervalles. En pratique, pour réaliser une vidéo de 6 s de durée à une cadence de 25 ips et à des intervalles de 3 s, il faut en tout 150 images. Pour ce faire, 450 s sont nécessaires. Si l'on divise 450 par 60, on obtient une durée de vol de 7 min et 30 s. Avec une prise de vue toutes les 5 s, le vol durera 12 min et 30 s pour la même vidéo. Donc, avec une autonomie de 20 min, n'envisagez pas un time-lapse de plus de 10 s.

Sur la GoPro, le mode vidéo time-lapse est disponible uniquement en définitions 4K et 2,7K 4:3. Si l'on veut travailler dans des définitions inférieures, comme la HD, il faudra recadrer (« croper ») l'image au montage ou bien choisir le mode photo par intervalles. Dans tous les cas, la GoPro capture automatiquement une série de photos à intervalles définis (1/2 s, 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, 30 s et 60 s). Avec le mode vidéo time-lapse, elle combine automatiquement ces photos dans un fichier vidéo. Avec l'intervallomètre, vous assemblerez les images (avec Premiere Pro, Photoshop, Lightroom, QuickTime, etc.) pour aboutir à une séquence vidéo à 24, 25 ou 30 ips.

De la photo à la vidéo et inversement, il n'y a qu'un pas. Si vous êtes avant tout vidéaste, vous pourrez tirer de belles photos de vos vidéos 4K (avec une définition restant très convenable de 3 840 × 2 160 pixels). Certes, une capture d'image issue d'une vidéo n'atteindra pas la qualité d'une photo à cause du mouvement du drone, mais en vol très lent ou, mieux, en stationnaire, le résultat sera acceptable si l'on se place du point de vue du vidéaste. De nombreuses captures vidéo HD ont servi d'illustrations dans ce livre. Si vous hésitez entre photo et vidéo, sachez que la plupart des drones ont intégré dans leur menu l'option Vidéo + Photo qui permet de réaliser simultanément des photos à intervalles (de 5 à 60 s) pendant que l'on filme.

Sources d’inspiration

Si l’inspiration vous manque, promenez-vous sur les sites de partage de photos spécialisés dans la prise de vue avec un drone (Dronestagram, SkyPixel, Facebook, etc.). Les photos les plus « likées » sont souvent très travaillées de manière à faire ressortir les couleurs et les contrastes, comme s’il n’y avait plus de reconnaissance possible sans passer par Photoshop. D’autres images, parmi les plus appréciées, sont très originales ou particulièrement soignées dans leur composition. Vous y trouverez une foule de trucs et astuces pour vous aider à réussir, vous aussi, des photos extraordinnaires.

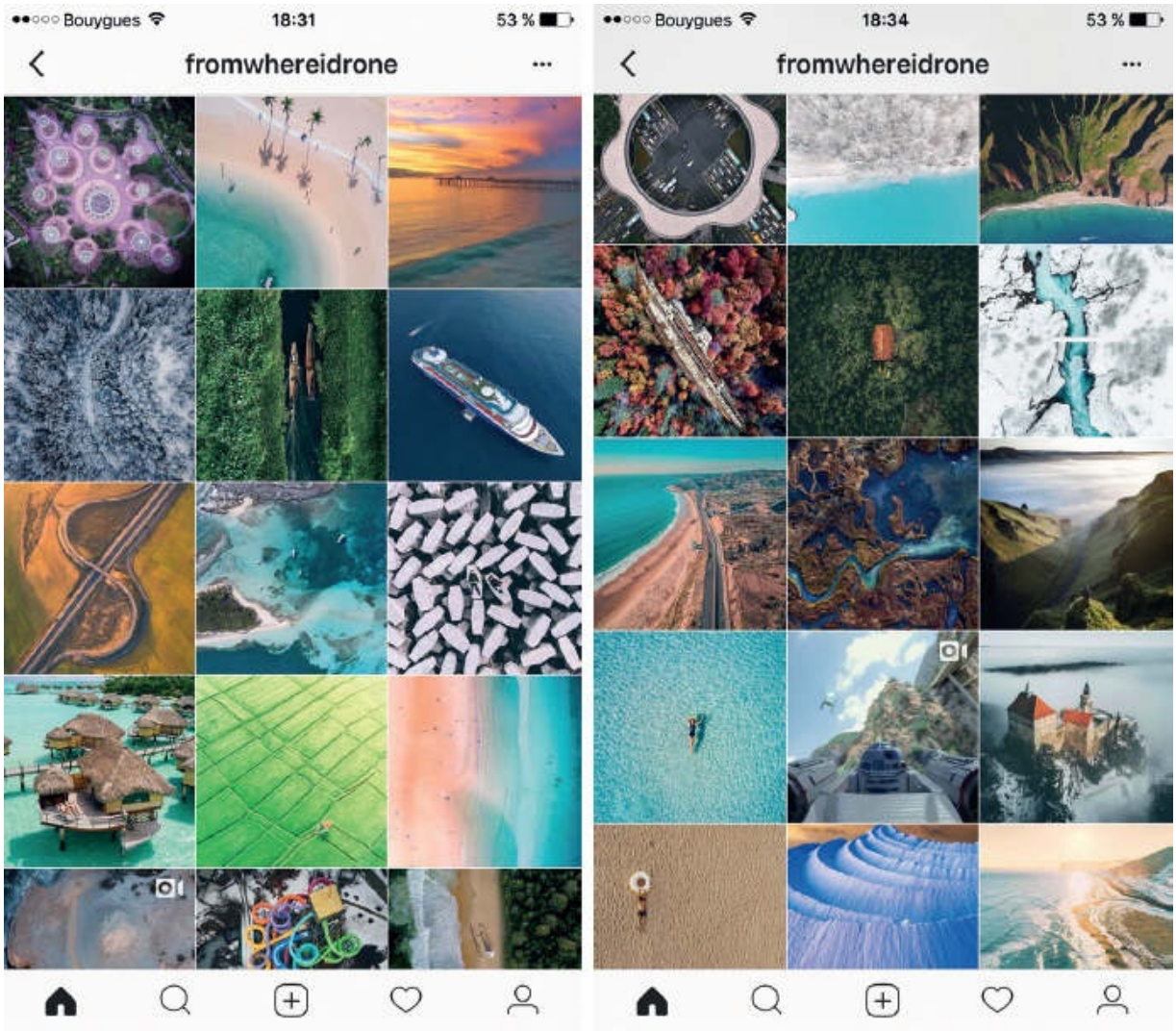


Figure 5-31. Sur Instagram, faites un tour sur fromwhereidrone : cela vous donnera un bel aperçu de tout ce que vous pourrez photographier avec votre drone.

Quel que soit le drone, n’oubliez pas que l’important est de vous concentrer sur la prise de vue. Entrez dans la peau du photographe et libérez-vous des contraintes et du stress provoqué par le pilotage. Pour cela, ne brûlez pas les étapes de l’apprentissage et respectez un entraînement régulier. Explorez de nouvelles possibilités de composition et n’oubliez pas qu’en aérien, vos connaissances techniques de la photo restent valables.

Tout au long de ce livre, nous avons rappelé que la pratique du drone de loisir avec ou sans caméra était réglementée. Nous avons aussi insisté sur le fait que ces objets ludiques n’étaient pas des jouets, et qu’ils représentaient un danger potentiel pour les personnes et les biens une fois en l’air. Pour minimiser ces risques et voler en sécurité, il convient d’appliquer la réglementation et de suivre quelques règles élémentaires, comme vous allez le découvrir dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 6

LE MONTAGE VIDÉO

Sans montage, vos vidéos aériennes vont inévitablement tomber dans l'oubli au fin fond de votre disque dur. Que vous filmiez avec votre drone une randonnée, un lieu pittoresque, vos exploits sportifs ou encore votre petite famille sur la plage, je vous recommande vivement de passer par la phase montage en intégrant des vidéos terrestres réalisées avec votre smartphone ou votre caméra. Compléter avec des images qui ne sont pas aériennes est un plus qui renforcera l'intérêt de votre film. Le résultat en vaudra la peine et nourrira votre motivation pour entreprendre un nouveau film.

Ce chapitre n'a pas pour but de vous enseigner l'art et la technique du montage. C'est un métier à part entière. Il faudrait plusieurs centaines de pages pour cela et de nombreux ouvrages existent déjà sur le sujet. Nous allons ici passer en revue les principes de base du montage vidéo pour donner vie à vos plus beaux rushs à travers un film.

Pour réaliser vos montages, vous aurez besoin d'un logiciel d'édition vidéo (compatible PC ou Mac) assez puissant pour traiter en temps réel l'énorme débit de données d'une vidéo actuelle. Dans ma pratique professionnelle, j'utilise Avid Media Composer, Premiere Pro et Final Cut. Pour illustrer les propos qui vont suivre, j'ai choisi Premiere Pro parce qu'il est le plus ouvert (Mac et PC), le plus évolutif et me semble le plus intuitif lorsqu'on débute. Les pages suivantes ne constituent pas un tutoriel sur Premiere Pro. J'y exposerai ma démarche de monteur documentariste et je vous présenterai des astuces et des conseils valables pour n'importe quel logiciel de montage gratuit ou payant (AVS Video Editor, iMovie, GoPro Studio, Sony Vegas, Adobe Premiere Pro, Final Cut Pro, Apple, Avid Media Composer…)

Pour aller plus loin

Les éditions Eyrolles proposent quelques livres de référence sur le montage vidéo : http://www.editions-eyrolles.com/Theme/40600/cinema-video-animation

Préparer son montage

Avant d'utiliser ou d'acquérir un logiciel de montage, vérifiez que votre configuration système est bien compatible avec le logiciel installé ou celui que vous envisagez d'acquérir. À défaut, vous risquez de rencontrer des difficultés et des plantages au cours du montage, rendant ce qui devrait être un plaisir, un véritable enfer ! Tous les éditeurs proposent sur leur site des informations détaillées sur la configuration système requise pour utiliser leur logiciel sur les systèmes d'exploitation Mac OS et Windows, ainsi qu'une liste de cartes graphiques certifiées.

Une fois ces prérequis constatés, vous pouvez vous lancer. Réussir un montage vidéo demande un minimum d'organisation, même si vous n'êtes pas un professionnel. Cette première étape de préparation du processus de postproduction vous facilitera la tâche par la suite.

En pratique

Aujourd'hui, pour monter un film en HD ou 4K, votre système doit impérativement être doté d'un processeur multicœur avec prise en charge 64 bits, de 16 Go de RAM au minimum, d'une carte son compatible avec le protocole ASIO ou Microsoft Windows Driver Model (WDM) et éventuellement d'une carte vidéo (AMD ou NVIDIA) recommandée et certifiée par l'éditeur pour des performances accrues d'accélération GPU. Ne lésinez pas sur la qualité et la définition de l'écran pour avoir un vrai confort de travail car vous allez y passer des heures !

ORGANISER ET STOCKER LES RUSHS

Après chaque journée de tournage débute la préparation du futur montage. Vous avez filmé avec votre drone et peut-être complété au sol avec des images provenant d'autres caméras (action-cam, smartphone, caméscope, appareil photo…). Vous allez copier tous ces clips vidéo de vos cartes SD vers votre disque dur, puis effacer ou formater les cartes avant de les remettre dans leurs appareils respectifs, prêts à enregistrer avec leur capacité maximale.

Solution de secours

Qui ne s’est jamais retrouvé un jour dans la situation où, en plein enregistrement vidéo, un message indique que la carte SD est pleine ? Et oui, elle était déjà à moitié pleine parce que vous avez oublié d’effacer les dernières vidéos. C’est pourquoi vous ne pouvez plus rien enregistrer et vous n’avez pas emporté un PC pour décharger les fichiers de la carte SD, ni même une carte SD supplémentaire pour en changer ! Si vous êtes à bord d’un Mavic ou d’un Phantom équipé de l’application DJI GO, vous pouvez effacer les fichiers inutiles et reprendre votre tournage, c’est un moindre mal !

Ma méthode de classement est simple selon que j’enregistre les fichiers pour un futur montage ou un simple stockage sans perspective immédiate de montage. Dans ce dernier cas, je crée un dossier dont le nom correspond au lieu, ou à l’objet, et à la date du tournage. J’y enregistrerai ensuite tous les rushs de ce tournage en prenant soin de créer des sous-dossiers par type de caméra utilisé. Cette méthode permet un archivage facile et pratique. Au besoin, vous pourrez toujours réorganiser vos dossiers ultérieurement.

Lorsque je filme dans le but de réaliser un film qui sera monté les jours suivants, j’essaye d’adopter une organisation qui collera au mieux à la structure du futur film. Je crée un répertoire principal de travail avec le nom du film, dans lequel je crée ensuite des dossiers et sous-dossiers pour y ranger tous mes médias (éléments de montage) : vidéos, fichiers audio, images fixes…

Par précaution, je fais toujours une copie de sauvegarde de mon dossier de travail sur un disque dur externe ou une clé USB. Je pourrai ainsi, une fois le montage terminé et le film exporté, supprimer le dossier de travail de mon disque dur et libérer de l’espace tout en conservant la totalité de mes rushs sur le disque externe. Et en cas de crash du disque interne, ce qui arrive exceptionnellement, mais on ne sait jamais, vous n’aurez pas tout perdu.

Une fois que ce travail de classement est terminé et qu’il convient à votre logique, vous êtes prêt pour la prochaine étape.

DÉFINIR LA DURÉE ET LE RYTHME DU FILM

Votre film doit être construit autour de l’idée que vous souhaitez exprimer ou du sujet que vous voulez montrer. Il sera peut-être destiné à être publié sur les réseaux sociaux (YouTube, Facebook, Vimeo, etc.). Votre objectif sera alors de capter l’intérêt de l’internaute et qu’il visionne votre film jusqu’au bout. Pour ce faire, en fonction du sujet et de votre matière, vous devrez condenser et trouver le rythme approprié. Certains sujets (hors générique de début et de fin)

ne nécessitent que 30 secondes, d'autres méritent 3 minutes, voire davantage. À vous de décider. Vous constaterez qu'il n'est pas facile de condenser pour ne garder que le meilleur.

Quelle que soit la durée d'un film, on admet qu'il faut trouver un équilibre avec un début, un milieu et une fin. C'est au moment du tournage qu'il faut penser à faire ces plans indispensables qui débuteront et termineront le film au montage.

CHOISIR LA MUSIQUE

Vos images aériennes souffrent d'une carence majeure, à savoir l'absence de son exploitable. En effet, soit il n'y a aucun son, soit on entend le bruit des moteurs. Il va donc falloir « habiller » vos images aériennes avec un fond sonore pour les intégrer dans un montage. Dans un film, le choix d'une musique, et plus généralement de la bande-son, est aussi important que les images.

Sur quels critères allez-vous choisir une musique ? Vous pouvez tout d'abord opter pour une musique ou une chanson que vous aimez particulièrement. Pourquoi pas, si vous la jugez adaptée au sujet, dans l'ambiance et dans le rythme. Attention toutefois aux paroles qui peuvent se retrouver sans lien avec le sujet et prendre l'ascendance sur les images. Pour ne pas vous tromper, il vaut mieux choisir la musique en fonction du sujet et de votre intention. Vous pouvez par ailleurs sélectionner votre musique par genre (pop, rock, electro, house, reggae, latino, jazz, etc.), par thème ou humeur (triste, joyeux, énergique, calme), par instrument (guitare, piano, percussions, etc.) ou encore par tempo (bpm = nombre de battements par minute).

Trouver la juste présence, le bon équilibre entre la musique et les images est une autre difficulté à laquelle vous serez confronté à l'étape du mixage.

De plus, attention aux droits d'auteur ! Vous avez publié votre vidéo personnelle sur YouTube et vous avez reçu une « notification pour atteinte aux droits d'auteur » ? C'est probablement parce que vous avez utilisé la musique d'un artiste dont vous n'avez pas les droits. Le robot Content ID, utilisé sur YouTube, scanne en permanence toutes les vidéos postées sur la plate-forme pour détecter l'utilisation non autorisée des musiques et reverser les revenus générés aux ayants droit. Dans la majorité des cas, votre vidéo ne sera pas bloquée (sauf si la stratégie du détenteur des droits est de bloquer les vidéos utilisant sa musique). Mais la plupart du temps, votre vidéo sera monétisée

pour le compte de cet ayant droit par le biais d’annonces publicitaires s’affichant sur votre vidéo. Si vous ne voulez pas que des annonces publicitaires soient insérées dans vos vidéos YouTube, ou si vous voulez monétiser vos vidéos pour votre compte, assurez-vous de détenir tous les droits audio et vidéo.

Si vous souhaitez utiliser du contenu musical pour habiller vos vidéos, utilisez de préférence les sites de musiques libres de droit ou la librairie musicale proposée par YouTube.

Pour aller plus loin

La vidéo YouTube suivante explique en détail le fonctionnement du robot Content ID : https://youtu.be/9g2U12SsRns

L’espace de travail

Nous allons voir ici comment s’organise l’interface à travers les différents groupes de panneaux. Une bonne connaissance de votre espace de travail vous permettra d’être plus à l’aise dans les opérations à effectuer au cours des différentes étapes du montage.

Au montage, vous allez assembler des plans entre eux pour former une séquence, puis assembler les séquences entre elles pour construire le film.

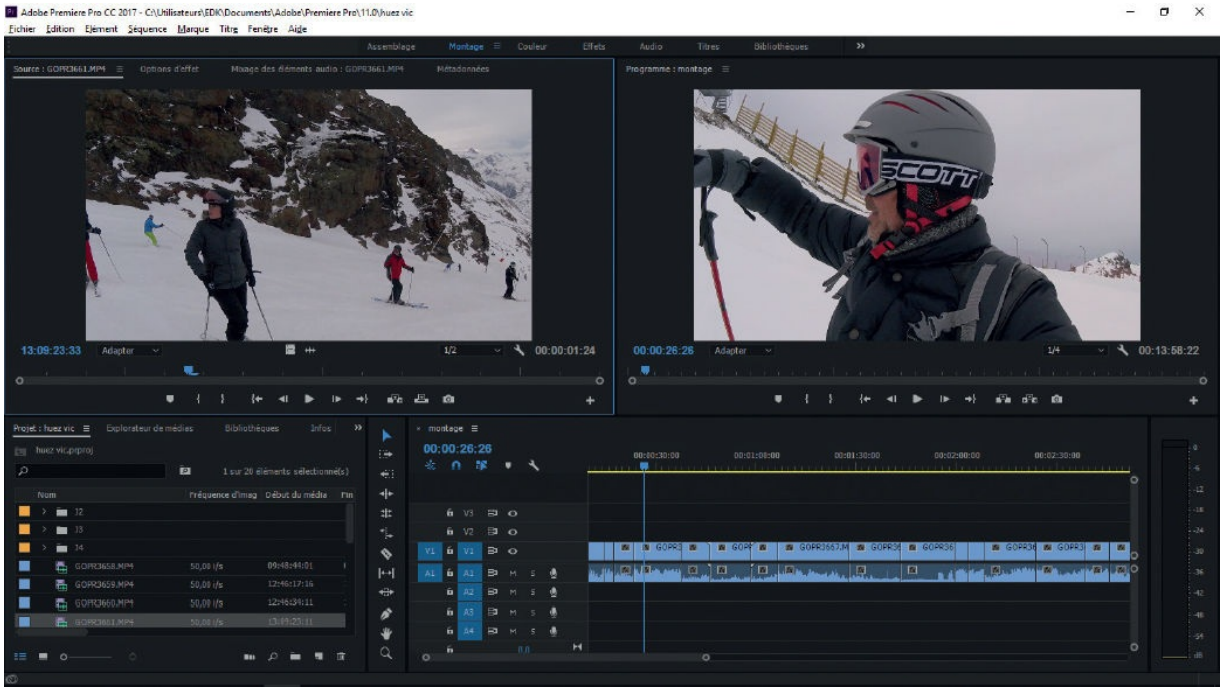


Figure 6-1. Interface de montage de Adobe Premiere Pro CC.

LE PANNEAU PROJET

Il regroupe l’intégralité des médias que nous importons à partir de notre disque dur (voir la section « Organiser et stocker les rushs » page 138) pour pouvoir les monter dans nos différentes séquences. Ce panneau contient des dossiers de médias, appelés « chutiers » dans le jargon du monteur, ainsi que les séquences de montage.

Le panneau ***Projet*** propose plusieurs onglets concernant les médias : l’explorateur, les bibliothèques, les infos, les effets, les marques et l’historique

des manipulations.

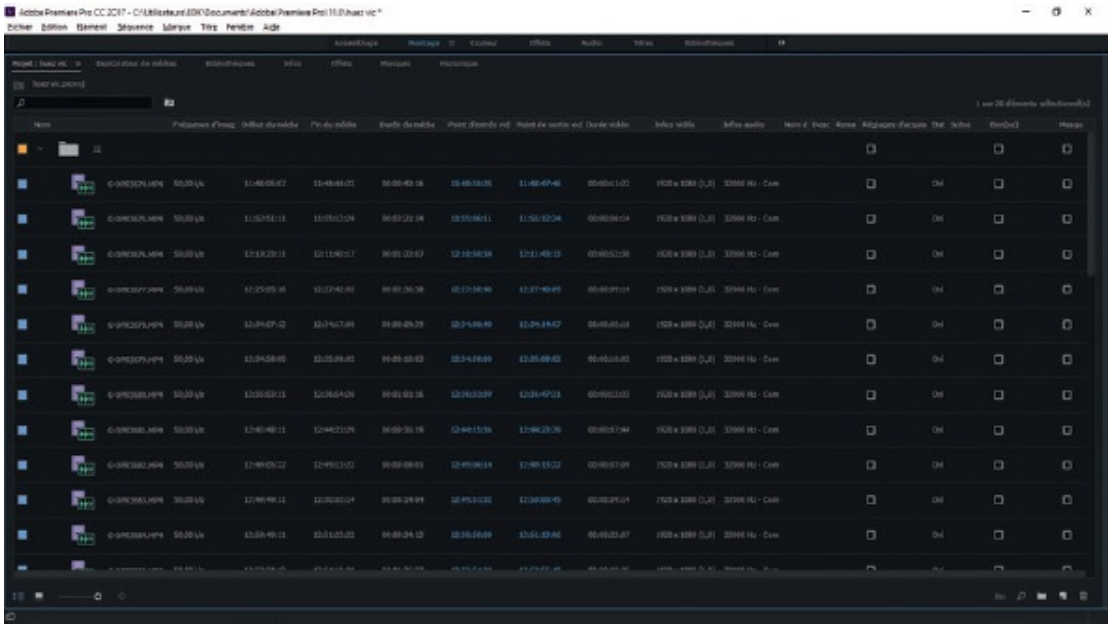


Figure 6-2. Le panneau Projet avec ses onglets.

LE PANNEAU SOURCE

Ce panneau permet de visualiser dans le moniteur source les différents médias issus du panneau ***Projet***. Vous pourrez alors positionner précisément les points d'entrée et de sortie avant de les insérer dans la séquence. Ce panneau propose plusieurs onglets dont le panneau d'effets pour poser et régler les effets sur les différents médias vidéo et audio, et le panneau ***Mixage audio*** pour régler les niveaux des pistes son.

Les différents boutons situés en bas au centre du panneau permettent de naviguer à l'intérieur du média source, d'ajouter des marques, d'insérer ou de remplacer le segment vidéo source au point de montage, et d'exporter une image fixe.

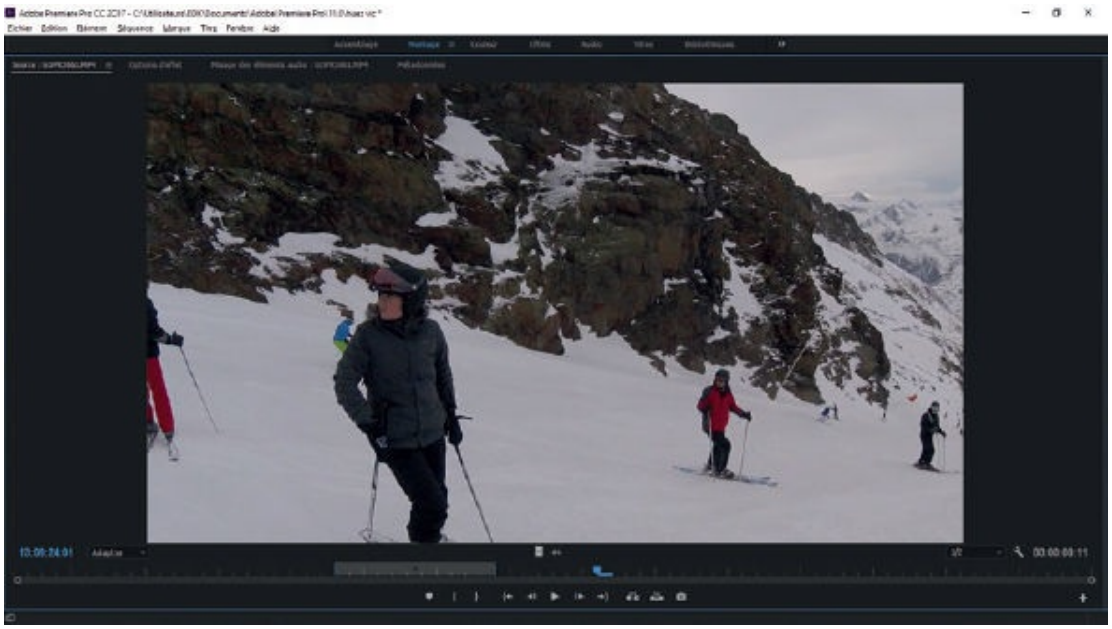


Figure 6-3. Le panneau Source.

LE PANNEAU PROGRAMME

Ce panneau unique ne propose pas d'onglets. Il permet de visualiser le contenu de la séquence qui a été posée sur la *timeline* du panneau ***Montage***. Je peux créer autant de séquences de montage que je veux dans le panneau ***Projet*** et les ouvrir dans le panneau ***Programme***.

Les boutons situés en bas au centre du panneau permettent de naviguer à l'intérieur de la séquence, de poser des marques, de prélever ou d'extraire des parties du montage, ou encore d'exporter une image fixe.

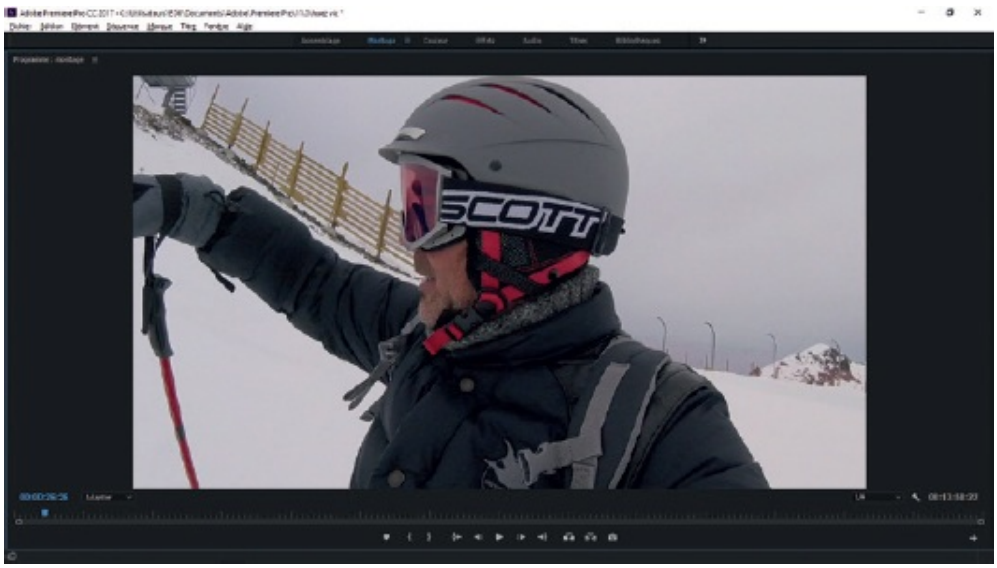


Figure 6-4. Le panneau Programme.

LE PANNEAU MONTAGE

Ce panneau accueille la *timeline*, c'est-à-dire la suite chronologique de tous les segments (éléments ou clips selon les logiciels) vidéo et audio mis bout à bout sur leurs pistes de destination. Vous pourrez y créer, en les empilant, autant de pistes vidéo et audio que vous en aurez besoin. Ce panneau vous offre également la possibilité d'ouvrir successivement toutes vos séquences.

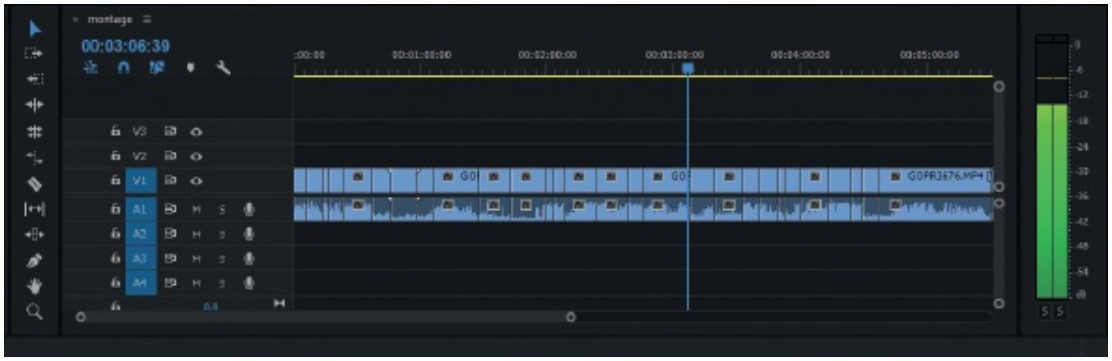


Figure 6-5. La palette d'outils à gauche et les niveaux des pistes son à droite de la timeline.

À côté de ce panneau ***Montage***, vous trouverez une palette d'outils qui vous permettra d'affiner vos choix de montage sur la *timeline* : sélectionner, propagation, couper, déplacer dessus ou dessous, modification compensée, allongement compensé, zoomer, etc.

De l’autre côté du panneau ***Montage*** se trouvent les VU-mètres permettant de contrôler les niveaux des pistes son.

Les réglages s’effectuent directement dans l’onglet ***Mixage des éléments audio*** du panneau ***Source*** ou dans l’onglet ***Mixage des pistes audio*** de l’interface Audio.

LES AUTRES ESPACES DE TRAVAIL

Avant d’exporter votre film sur YouTube ou sur votre ordinateur, vous devrez effectuer quelques tâches supplémentaires pour finaliser votre film.

Le mixage son

Le mixage audio est une opération technique et artistique qui consiste à mélanger les différentes pistes son (ambiance, effets, voix off, musique, etc.) pour obtenir un équilibre cohérent et harmonieux. Vous interviendrez principalement sur les niveaux, l’égaliseur, la dynamique et la spatialisation.

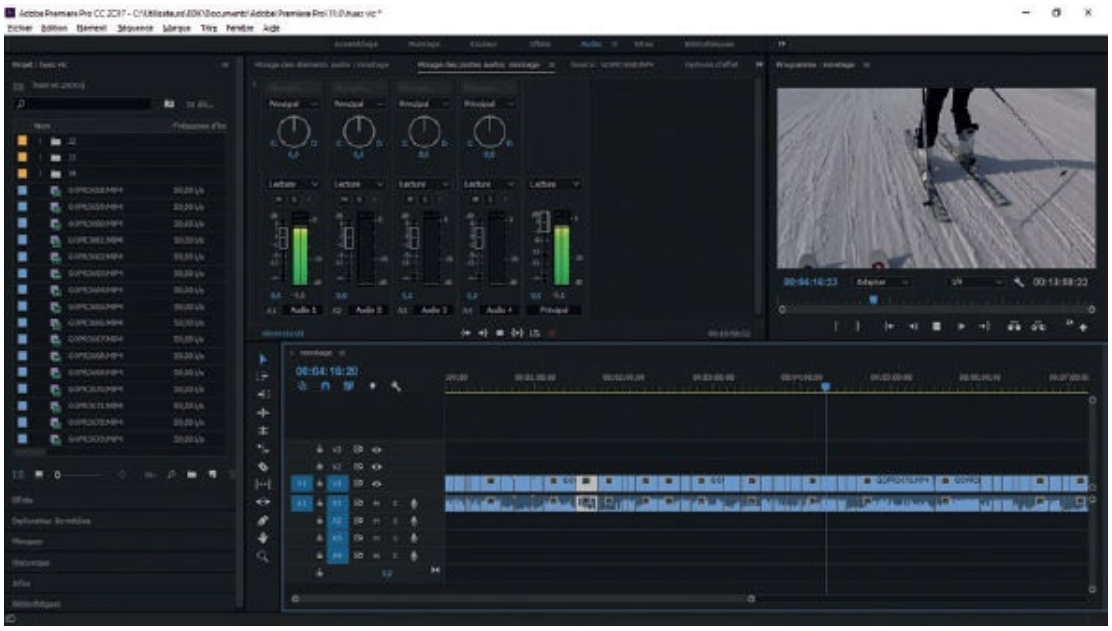


Figure 6-6. L’interface de mixage.

L’étalonnage

Par cette opération, vous allez régler précisément la luminosité, le contraste, la saturation et les couleurs de votre image. Vous pourrez égaliser ou corriger

les plans d’une même scène, attirer l’attention sur certains éléments de votre film, installer une ambiance ou une esthétique particulière.

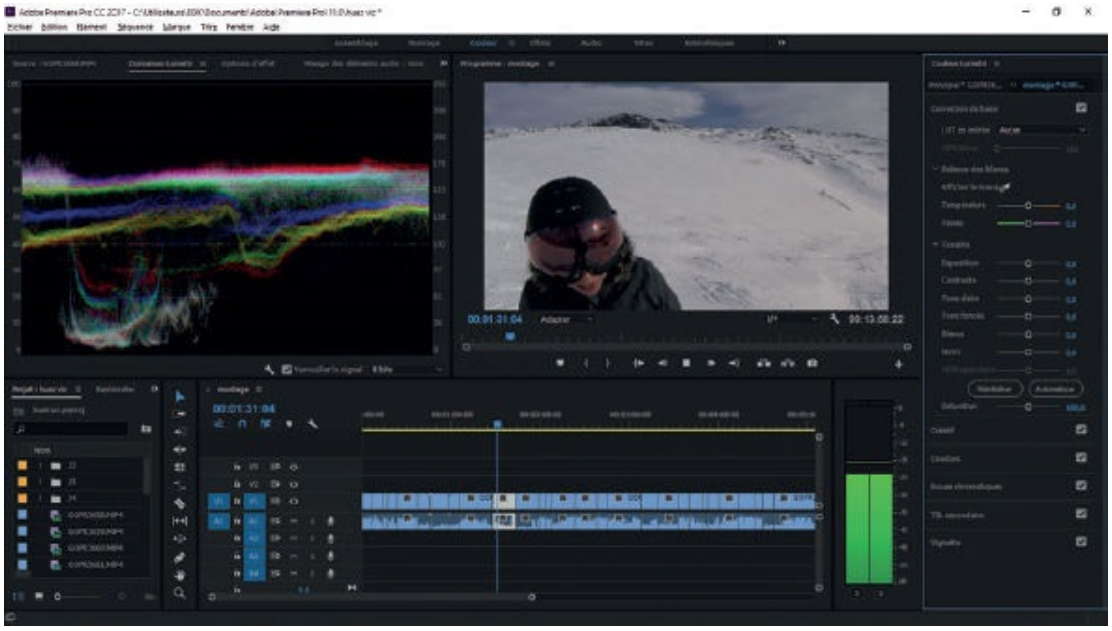


Figure 6-7. L’interface d’étalonnage.

Les effets

Tous les logiciels de montage vidéo proposent une bibliothèque d’effets vidéo et audio. Le réglage des effets ajoutés sur tout ou partie d’un segment ou d’une séquence s’opère à partir d’une interface spécifique.

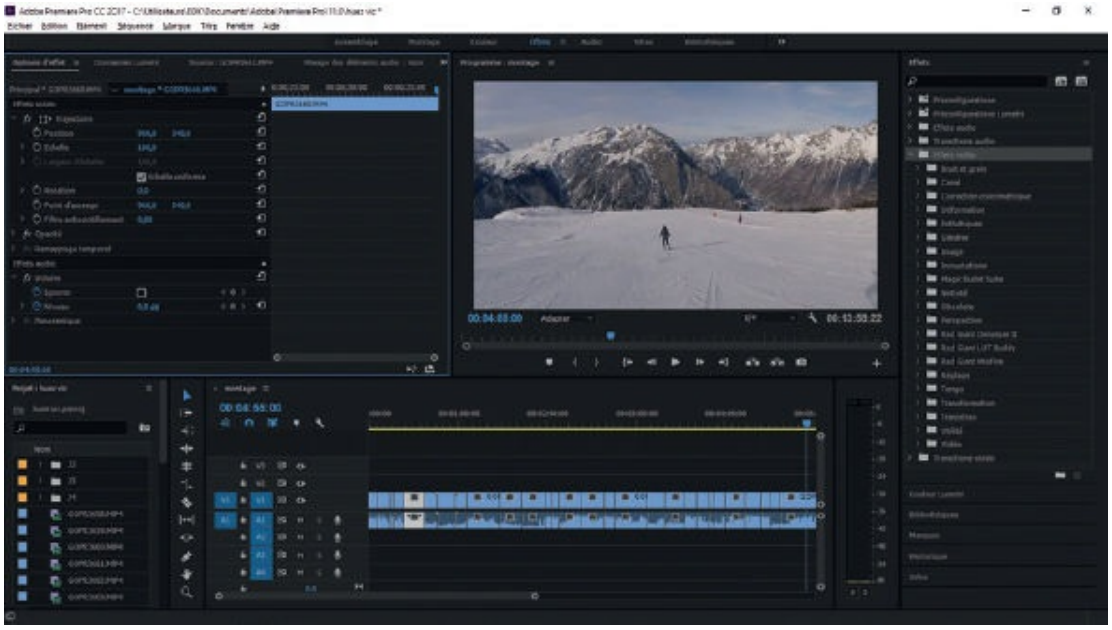


Figure 6-8. L’interface des effets.

Le titrage

Que ce soit pour incruster un titre de film, des sous-titres ou des informations textuelles, l’outil de titrage vous permettra de créer et de positionner à votre guise toutes sortes de textes. Vous pouvez ajouter des effets dont le plus simple et le plus utilisé est le texte déroulant.

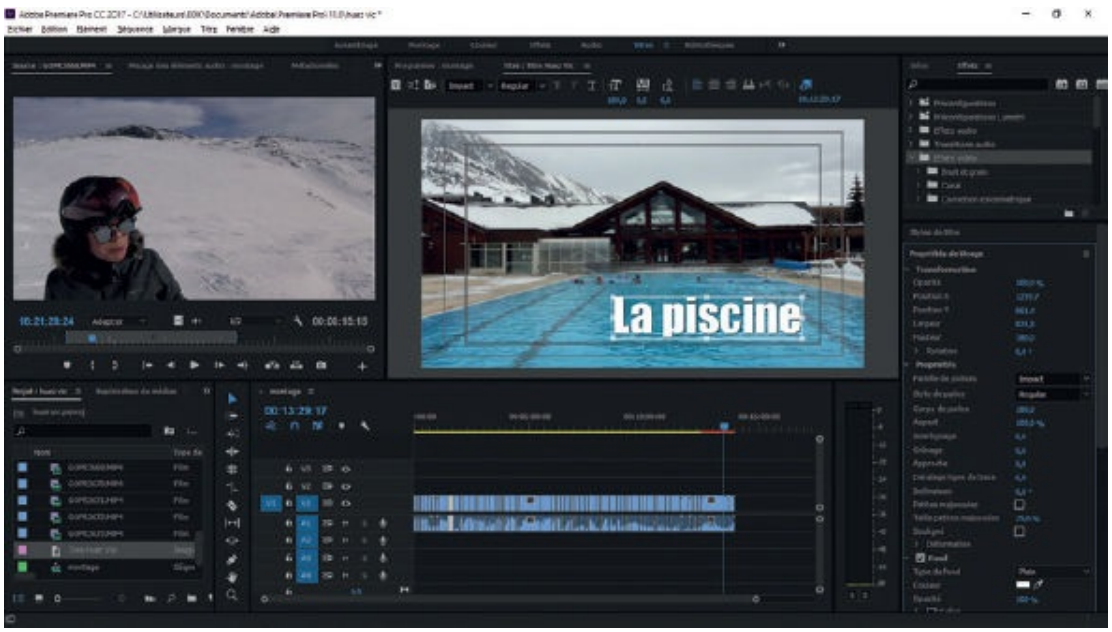


Figure 6-9. L’interface de titrage.

En conclusion

Si vous n’êtes pas rompu à l’utilisation d’un logiciel de montage, familiarisez-vous d’abord avec les outils et la navigation dans tous ces panneaux de l’espace de travail en important une vidéo stockée sur votre ordinateur pour créer une séquence de départ.

Les étapes du montage

Les étapes essentielles d'un montage sont toujours les mêmes quel que soit le logiciel utilisé. Vous commencerez par importer vos médias (fichiers vidéo, audio et photos), puis vous créerez la séquence qui servira à assembler les éléments de votre film avec les transitions et les effets. Vous ajouterez enfin les titres avant de procéder au mixage audio et à l'étalonnage. Une fois que vous serez satisfait du résultat global, vous pourrez exporter le montage pour la plate-forme vidéo de votre choix.

IMPORTER LES MÉDIAS

À l'ouverture d'un nouveau projet, une fenêtre vous propose de définir les réglages. Selon les logiciels, le nombre et la nature des réglages varient. Vous pourrez ainsi spécifier le(s) disque(s) de travail, l'emplacement du projet, les paramètres d'encodage et parfois aussi les paramètres de montage (la taille et la fréquence d'images) et les paramètres audio (le taux d'échantillonnage et la fréquence). Ce premier contact avec le montage apparaît souvent complexe pour le débutant et cela peut aisément se comprendre. Tout le monde n'a pas les connaissances requises pour faire les bons choix. La logique veut que l'on définisse tous les paramètres de montage en fonction des caractéristiques de ses médias vidéo et audio originaux. Il faut indiquer au logiciel avec quelle matière numérique il va travailler pour optimiser son rendement.

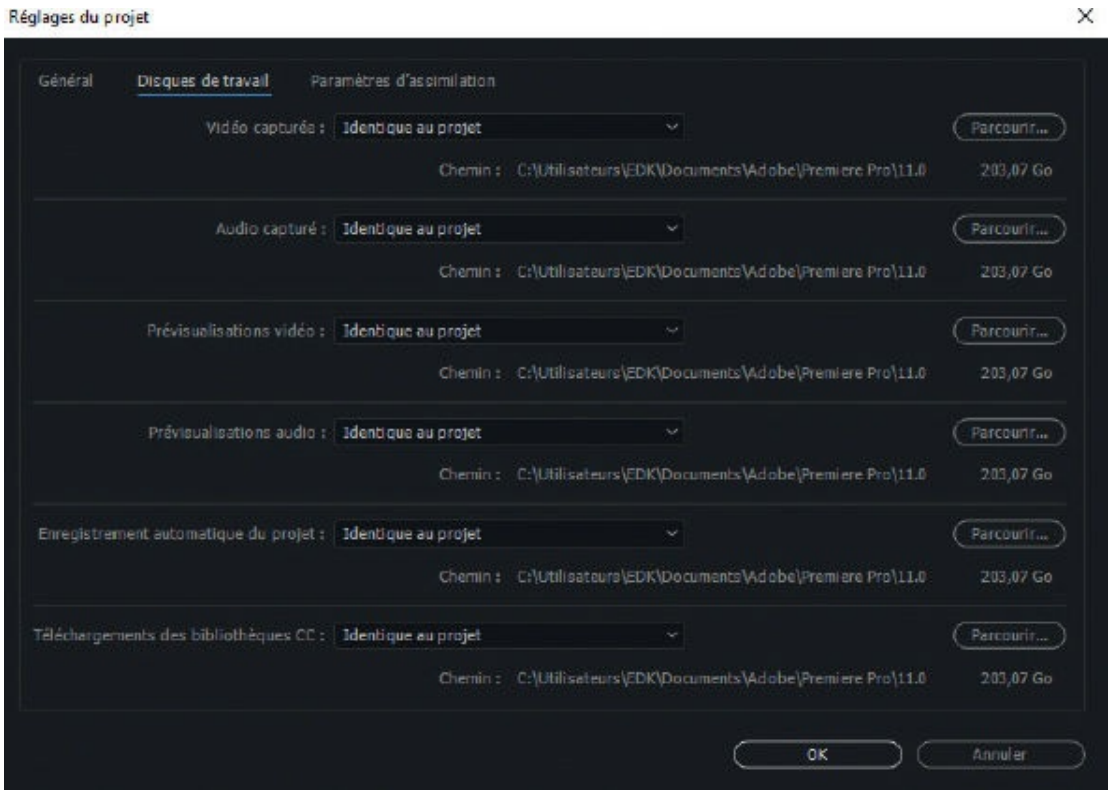


Figure 6-10. La fenêtre de réglages du projet, simple formalité.

Premiere Pro rend la tâche très facile en proposant de renvoyer tous les détails techniques dans les réglages de séquence. Et pour ceux qui ne sauraient pas comment faire, le logiciel a tout prévu. Pour commencer, il vous demande d'importer un fichier vidéo dans le panneau Projet et de faire glisser ce fichier dans le panneau ***Montage***. Ce sont les caractéristiques de cette vidéo source qui vont régler automatiquement tous les paramètres de la séquence de montage.

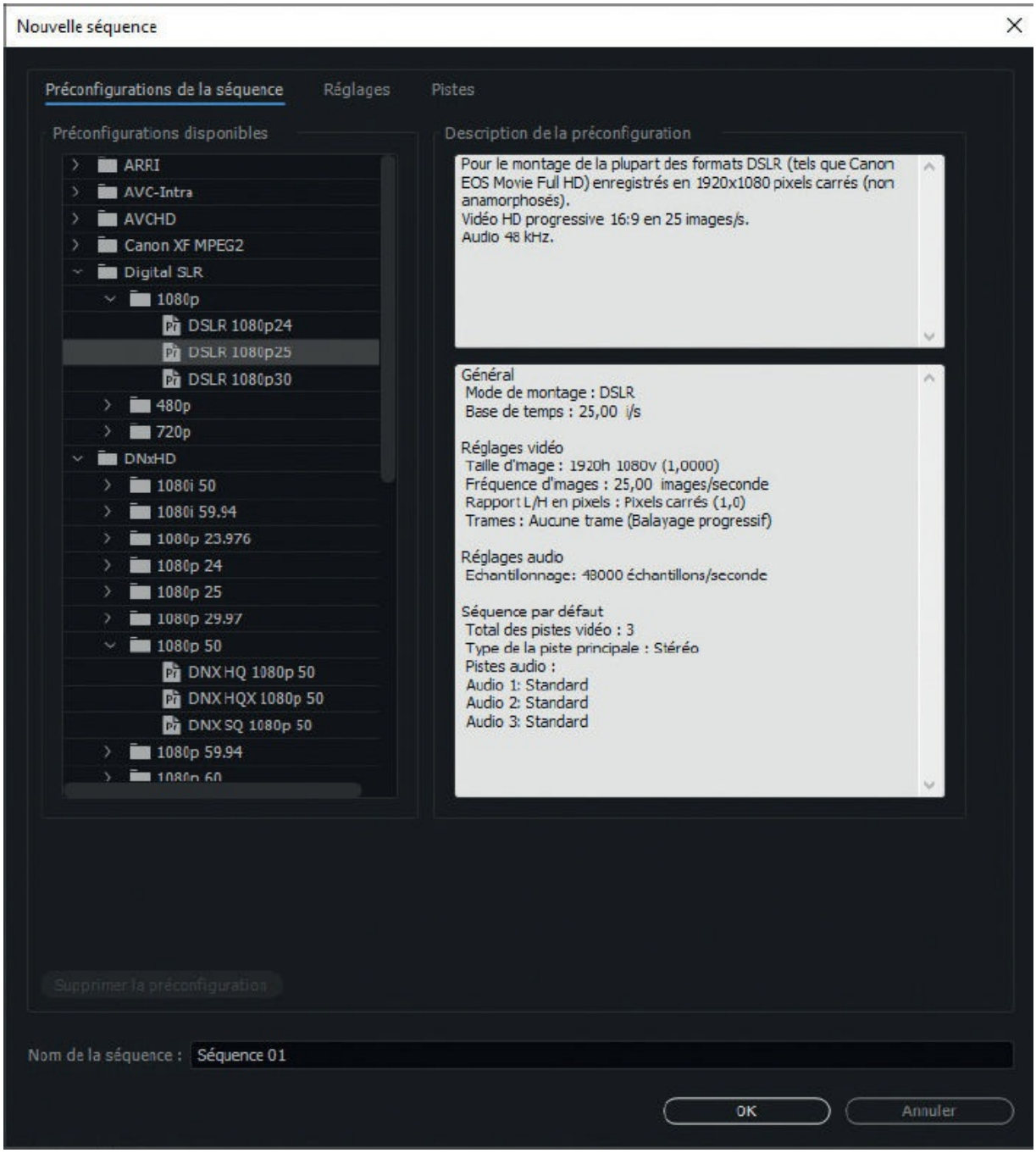


Figure 6-11. La liste des préconfigurations de séquence proposée par Premiere Pro. Elle s’enrichit et s’actualise automatiquement avec la sortie de nouveaux modèles de caméras.

Figure 6-12. La fenêtre de réglages de la séquence indique toutes les caractéristiques de la vidéo.

Avis d'expert

On a vu dans le chapitre 4, consacré à la vidéo, que les fréquences d'images les mieux adaptées à la vidéo aérienne étaient les fréquences élevées, soit 50 /s (PAL) ou 60 i/s (NTSC). Pour conserver cet atout, gage de fluidité, paramétrez toutes vos caméras avec la même fréquence si c'est possible. Pour les autres paramètres, calez-vous si possible sur ceux

de la caméra de votre drone (ici, le Phantom 4 Pro) : 1 920 × 1 080 pixels AVCHD 1080p, pixels carrés, aucune trame (balayage progressif).

Pour l'audio : 44 kHz, 16 bits suffisent pour les plates-formes de partage de vidéos.

Si vous avez beaucoup de matière pour réaliser votre montage, des dizaines, voire des centaines de fichiers, pensez à bien les classer dans vos dossiers, selon votre propre logique. Que ce soit par date, lieu, thème ou caméra, le but est de retrouver facilement ces fameux plans que vous avez enregistrés en mémoire visuelle, mais qui portent des noms difficiles à mémoriser (par exemple : DJI0037, GOPRO15224 ou encore MVI_4870).

Enfin il faut retenir que le logiciel de montage peut travailler de deux façons. La première consiste à pointer lors de l'importation vers l'emplacement de la vidéo source (ou du fichier) pour la lire dans le montage, sans modifier les caractéristiques de la vidéo. La seconde méthode consiste à transcoder ou créer une copie de la vidéo source (ou du fichier), en basse définition ou pas, au moment de l'importation pour la lire dans le montage. Les deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients. Pour la première, vous gagnerez du temps à l'importation mais vous en perdrez probablement pendant le montage au fur et à mesure que vous ajouterez des effets, des transitions, des incrustations, des titres, etc. En effet, la superposition de ces ajouts nécessite des rendus qui sont gourmands en puissance de calcul, sauf à disposer d'un ordinateur très performant.

La seconde méthode, quant à elle, allège et optimise le fichier vidéo pour le montage. Elle accélère les opérations parce qu'il y a moins de rendus à réaliser. C'est au moment de l'exportation que seront reportées toutes les opérations sur le fichier source. Je préconise de travailler de cette façon si vous mélangez des vidéos provenant d'appareils différents, lesquels n'ont pas forcément les mêmes réglages (taille et fréquence d'images, ordre des trames, rapport L/H en pixels, taux d'échantillonnage audio, etc.). Cette mixité des caractéristiques oblige le logiciel à calculer en temps réel pour s'accorder avec les réglages de la séquence. Et si vous réalisez des films plus longs qu'un clip (soit 3 ou 4 minutes), l'ordinateur va de toute évidence s'essoufler.

SÉLECTIONNER LES PLANS UTILES

Entre le moment où vous déclenchez l'enregistrement et celui où vous l'arrêtez, il se passe un certain temps. C'est ce qui définit un plan et donc sa

durée. En vidéo aérienne, on a tendance à déclencher très tôt, souvent au décollage, et à appuyer sur ***OFF*** à l'atterrissage. Dans l'action, on a vite fait d'oublier d'appuyer sur ***ON*** lorsqu'on est concentré sur le pilotage, le cadrage et les réglages d'exposition. De ce fait, on obtient des rushs qui durent plusieurs minutes, avec beaucoup d'images inexploitables. Ce n'est pas grave. On va alors « dérusher » la vidéo source pour ne conserver que les plans utiles, les quelques secondes les plus valables.

Le dérushage

Le dérushage est le visionnage et l'analyse détaillée des rushs. Cette étape est fondamentale et indispensable. Elle permet de connaître en profondeur le matériel image et son dont on dispose pour le montage.

Il peut y avoir plusieurs plans utiles dans un plan filmé, mais tous ne seront pas obligatoirement montés. **En cas de doute, écartez les plans dont vous n'êtes pas sûr et conservez seulement les meilleurs.** À partir d'un plan utile, vous allez monter sur votre *timeline* soit la totalité de ce plan, soit une partie seulement de celui-ci.

Le choix entre plusieurs plans d'un même sujet est parfois difficile parce que les deux axes ou mouvements se valent. On n'arrive pas à se décider parce qu'on les a tournés et on a envie qu'ils servent dans le film. Mais à l'évidence, on ne pourra pas monter les deux. Ce dilemme se présente lorsqu'on tourne soi-même les images et qu'on les monte. Cela arrive en effet beaucoup moins lorsque le monteur n'a pas tourné les images. Le côté purement affectif disparaît alors au profit de l'efficacité. C'est pourquoi, même un plan qui n'a rien d'exceptionnel à vos yeux peut trouver place dans un montage pourvu qu'il donne un sens à la séquence.

Le cas particulier du plan séquence

Lorsqu'un plan raconte une histoire ou décrit un lieu, un espace, à la manière d'une séquence, on l'appelle « plan séquence ». Il reste exceptionnel et difficile à réaliser. Par exemple, il peut s'agir de la remontée d'une belle rivière jusqu'à la découverte d'une cascade que l'on dépasse par le haut pour découvrir un beau panorama. Ce plan va durer quelques dizaines de secondes. Il est irréprochable de bout en bout et peut-être conservé dans son intégralité. Cela peut aussi être l'enchaînement de figures libres en FPV *racer* ou encore un accéléré (*time-lapse en anglais)* de coucher de soleil.

Avant de commencer le montage, vous aviez sans doute déjà une idée de la chronologie de votre film, des différentes séquences qui allaient le composer. Grâce au dérushage et à la sélection des plans, vous avez maintenant une idée plus précise du déroulé de votre film. La phase du montage peut véritablement commencer. Vous allez déposer sur la *timeline*, bout à bout, tous les plans que vous jugez utiles, sans transition ni effet. À la fin de ce travail, vous avez votre ours.

L'ours

C'est le prémontage de toutes les séquences mises bout à bout. On obtient ainsi une vision globale qui donne une idée de la pertinence de la construction du film. On peut alors vérifier que l'enchaînement des séquences et des plans fonctionne, que le film n'est pas trop long ou trop court, que les interventions des personnages ont un intérêt.

À partir de là, vous allez pouvoir modifier l'ordre des séquences, supprimer, élaguer ou rallonger une séquence, voire en ajouter une nouvelle si besoin, quitte à retourner filmer si la matière filmique vous fait défaut.

La séquence

La scène est un ensemble de plans avec une unité d'action, de lieu et de temps. La séquence désigne un enchaînement de scènes qui forme une unité narrative, une idée. Par exemple, la séquence d'une journée type d'un parisien se décompose en trois scènes : métro, boulot, dodo. Chaque scène se déroule dans un lieu différent et la séquence forme bien une unité qui est la journée. Cet exemple est une boutade bien sûr !

Dans le panneau ***Montage***, la *timeline* est le support de votre séquence.

Pour une diffusion en ligne, ne dépassez pas les trois minutes s'il s'agit exclusivement d'une vidéo aérienne. Une minute et demie suffit la plupart du temps pour aligner environ une quinzaine de plans sublimes. Si votre film est plus long, vous risquez de lasser vos visiteurs, qui ne s'abonneront sans doute pas à votre chaîne YouTube. La difficulté est de monter ces beaux plans avec précision pour susciter de bout en bout l'admiration de l'internaute. N'oubliez pas qu'avec les drones actuels, il est devenu plus facile qu'il y a quelques années de réaliser des plans parfaits. Le niveau est très élevé. C'est pourquoi un montage soigné et précis peut sublimer les plans de votre film et vous distinguer des autres. Cette remarque est également valable si vous faites un

film plus long, un film de vacances, par exemple, dans lequel les plans aériens ne seront ajoutés qu'à titre accessoire.

LE MONTAGE FINAL

C'est à cette étape que les choses se compliquent un peu. L'apprentissage, l'expérience et quelques conseils vous permettront d'ordonner, de régler la juste durée, de raccorder avec précision et dans le mouvement tous les plans de la séquence pour rendre le déroulement fluide et harmonieux. Enfin, grâce aux fonctions avancées du logiciel, vous pourrez procéder aux finitions : effets, mixage, étalonnage, titrage et export.

L'ordre des plans

Si votre film dure plusieurs minutes, la première chose à faire est de caler l'ordre définitif des séquences. Je vous conseille de réaliser des séquences assez courtes et denses de 2 ou 3 minutes au maximum pour maintenir l'intérêt tout au long du film. Si vous n'êtes pas convaincu par l'articulation de vos séquences, visionnez le prémontage avec un proche. Ses réactions peuvent être riches d'enseignement car son œil extérieur remarquera très vite ce qui ne va pas, même s'il n'est pas en mesure de l'expliciter.

Parallèlement, vous analyserez la place de chaque plan à l'intérieur de vos séquences (ou de l'unique séquence s'il s'agit d'une vidéo de moins de trois minutes). Si vous hésitez sur la place d'un plan, je vous conseille d'essayer les variantes possibles et de visionner le résultat. Si vous êtes convaincu par le nouvel ordonnancement, vous venez d'améliorer votre montage. Continuez. Si vous doutez encore, peut-être y a-t-il un plan de trop dans cette séquence. Dans ce cas, supprimez-le, essayez ! Vous n'êtes pas encore satisfait ? Le plan en question est peut-être trop long ? Une durée utile inférieure résoudrait-elle le problème ? Essayez ! Toujours pas ? C'est peut-être alors seulement un mauvais raccord avec le plan suivant ou le précédent qui vous choque. Pas d'inquiétude, vous pourrez remédier à cela et je vous le recommande vivement car j'estime que les transitions entre les plans sont aussi importantes que les plans eux-mêmes.

La durée idéale d'un plan aérien

La vidéo aérienne est magique car elle nous transporte à hauteur et vitesse d'oiseau, et nous

montre d'un point de vue inédit des choses que nous voyons habituellement les pieds sur terre. Le résultat est que l'on se lasse moins vite et que l'on tolère que ce plan magique soit d'une durée plus longue que d'habitude.

Alors quelle est la bonne durée ? En se basant sur ce qui se fait actuellement, on peut admettre qu'un plan court dure 4 à 6 secondes, un plan moyen 6 à 10 secondes et un plan long de 10 à 30 secondes. Au cinéma et à la télévision, la tendance est aux plans de plus en plus courts. Faites le test en chronométrant des plans à la télévision. Vous constaterez qu'ils durent à peine quelques secondes. L'avantage du montage court est qu'il est plus facile de réussir un plan court sans défaut qu'un plan long parfait, style plan séquence. En revanche, plus les plans sont courts, plus le travail sur les transitions sera conséquent.

Effets de raccord

Les fautes de raccord

Les fautes les plus courantes sont toujours les mêmes. Voici quelques conseils qui sont valables pour tout type de montage :

- n'enchaînez pas des mouvements de caméra contraires, sauf pour créer un effet de style ;
- n'enchaînez pas les plans qui ont des vitesses différentes (rapide puis lente), sauf pour créer un effet de style ;
- n'enchaînez pas les plans avec des horizons à des niveaux différents, ou inclinés; sauf si vous pouvez corriger avec un effet (zoom et recadrage et/ou rotation sur l'axe horizontal) ;
- n'enchaînez pas des plans trop semblables ou avec le sujet dans le même axe, mais alternez les valeurs d'angle en respectant une différence minimale de 30°, ou différentes valeurs de plan (plan général ou d'ensemble, plan moyen, gros plan) ;
- n'enchaînez pas des plans qui ne respectent pas la règle des 180° sur un même sujet (voir encadré ci-après) ;
- n'enchaînez pas des plans qui ont une luminosité, ou une balance des blancs, différente, sauf si vous pouvez corriger à l'étalonnage.

Le raccord dans le mouvement

Cette technique consiste à placer un point de montage pendant le mouvement du sujet pour atténuer la transition vers un nouvel angle de prise de vues.

Le raccord dans l'axe

Cette technique consiste à avancer la caméra vers le sujet ou à l'éloigner par rapport au plan précédent, en gardant le même angle de prise de vues.

Le *global zoom* est une variante souvent utilisée. Il commence par un plan d'ensemble de la Terre à partir de Google Earth, jusqu'à atteindre le lieu et le sujet de votre film (en raccordant sur la première image de votre plan). C'est une des possibilités pour débuter un film lorsqu'il est nécessaire de situer précisément l'action.

Le volet

Cette technique consiste à utiliser un élément du décor au premier plan, suffisamment opaque et bouchant progressivement le cadre (par exemple un volet), pour commencer le plan suivant derrière un autre objet voilant tout ou partie de la nouvelle perspective. On a changé de lieu, de sujet entre les deux.

Une variante de cet effet de raccord est le volet partiel. Le cadre est progressivement obstrué par le sujet en mouvement. Cela permet à la caméra de changer d'axe sans que le spectateur s'en aperçoive.

La ligne d'action

Cette ligne définit le champ d'action de la caméra. Il résulte une incohérence de la direction du mouvement si deux plans côte à côte ont été filmés de part et d'autre de la ligne d'action.

La règle des 180°

Cette technique consiste à utiliser au montage les prises de vues situées du même côté d'un arc de cercle de 180°. Cette règle est essentielle pour préserver la continuité logique dans une séquence.

Les plans de coupe

Le plan de coupe permet de relier deux plans qui ne se raccordent pas naturellement, afin d'éviter toute rupture de continuité dans la scène ou la séquence. Il faut penser à les faire systématiquement au tournage pour ne pas se trouver coincé au montage par deux plans qu'on n'arrive pas à raccorder. Ils doivent avoir un lien avec les plans qu'ils sont censés rapprocher (par exemple, des oiseaux qui passent dans le ciel ou des nuages, bien pratiques

dans les plans aériens).

Effets de transition

La transition permet de passer d'un plan au plan suivant, en assurant la liaison entre les deux. La bande-son joue un rôle important pour faciliter et appuyer les changements de plans. Aussi, ne sous-estimez pas son pouvoir. Nous en reparlerons en détail dans la section consacrée au mixage audio. Consultez le site https://teamnanopirate.com/ pour visionner des exemples de transitions en rythme.

Le cut

La transition la plus utilisée au cinéma ou à la télévision est le montage *cut*, ou coupe franche. Sans effet, sans artifice, efficace et toujours propre. C'est ma transition préférée.

Le fondu enchaîné

On utilise plutôt cet effet de transition entre deux plans qui ferment et qui ouvrent une nouvelle séquence pour ménager un enchaînement doux.

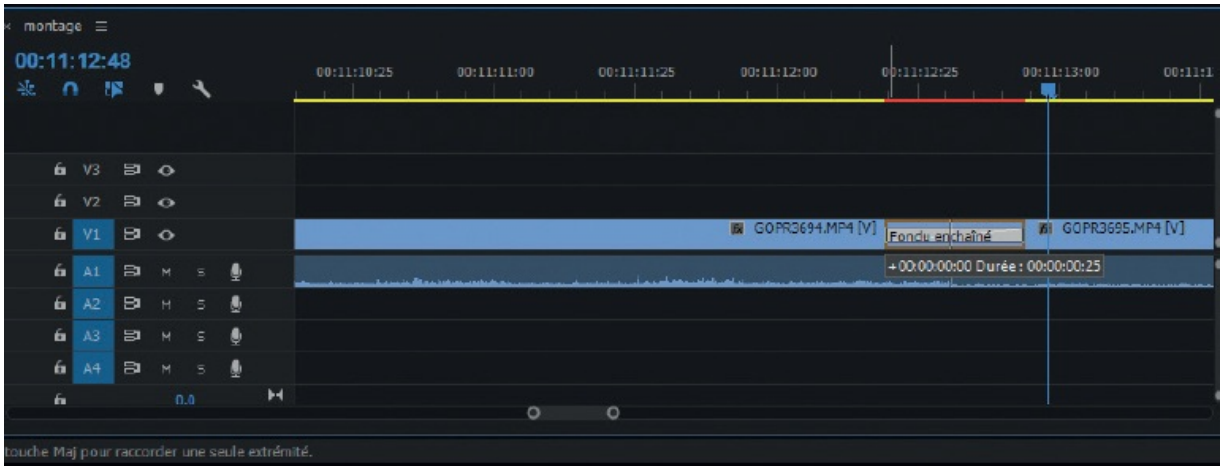


Figure 6-13. Un fondu enchaîné ne peut se placer qu'à l'intersection de deux plans contenant suffisamment d'images avant et après le point de montage.

Durée d'un fondu enchaîné

Par défaut, un fondu enchaîné dure 1 seconde (base de 25 images par seconde). Vous pouvez définir le nombre d'images pour rallonger ou raccourcir l'effet. Attention, selon votre

réglage de séquence (25, 30, 50 ou 60 i/s), il faudra régler proportionnellement le nombre d'images, soit directement dans la boîte de dialogue, soit en trimant l'effet sur la *timeline*.

Une variante du fondu est le passage au flou. La fin du plan devient floue, puis elle est fondue avec le plan suivant qui débute par un flou pour redevenir net. La durée qui s'applique est la même que le fondu enchaîné et dépend de l'effet recherché.

Une transition douce plus courte, appelée *soft cut*, presque invisible pour le spectateur et d'une durée allant de quatre à huit images approximativement, est souvent utilisée pour masquer un raccord qui heurte l'œil. C'est un artifice bien utile lorsque vous n'avez pas trouvé d'autre solution pour lier deux plans. On applique cet effet *soft cut* pour faire apparaître et disparaître un titre.

Les fondus à la couleur, au noir ou au blanc

Ce fondu simple, par opposition au fondu enchaîné, permet de passer d'une couleur à une image et inversement. Je l'utilise très rarement car je préfère le fondu au noir pour créer une transition entre deux séquences qui signifie par exemple que la nuit est passée : coucher de soleil, fondu au noir, lever du jour. L'objectif du fondu au noir est à l'opposé du fondu enchaîné ou *cut*. Il vise à détacher deux plans au lieu de les lier. J'utilise aussi le fondu au blanc lorsque je veux amener le plan suivant avec force, comme un éclair de flash, pour attirer davantage l'attention, créer un effet de surprise ; ou au contraire pour souligner une rupture, une ellipse. Il faut évidemment que la situation le justifie.

Si vous débutez dans le montage, vous serez tenté d'utiliser toutes les autres transitions « magiques » proposées et prêtes à l'emploi. Testez-les et faites-vous une opinion quant à leur justification dans votre transition.

Adobe Premiere Pro CC 2017 - C:\Utilisateurs\EDK\Documents\Adobe\Premiere Pro\11.0\h
Fichier Edition Elément Séquence Marque Titre Fenêtre Aide
Explorateur de médias
Bibliothèques
Chutier : J3
Effets
Infos
Préconfigurations
Préconfigurations Lumetri
Effets audio
Transitions audio
Effets vidéo
Transitions vidéo
Diaphragme
Déplacer dessus
Déplacer dessus
Eclatement
Fractionnement
Recouvrement par bandes
Translation
Fondu
Fondu additif
Fondu au blanc
Fondu au noir
Fondu du film
Fondu enchaîné
Fondu non additif
Séquence de morphing
Page tournée ombrée
Sens
Balayage bidirectionnel
Balayage radio
Balayage symétrique
Damier
Dégradé
Eclaboussure
Portes coulissantes
Recouvrement aléatoire
Recouvrement par le coin
Roue dentée
Sens
Spirale
Store vénitien

Figure 6-14. Il suffit d’un « drag & drop » d’une de ces transitions pour créer un effet sophistiqué. Mais pour quel résultat ?

Préférez des transitions classiques

La publicité et le clip musical nous montrent la voie en explorant et en expérimentant parfois jusqu’à l’absurde toutes sortes d’enchaînements ou d’effets de transition. Pour ce qui concerne notre film avec ses images de drone, c’est un genre esthétique qui s’accommode mieux d’un certain classicisme de transition. Attention, il est permis d’expérimenter quelques effets, surtout si la musique qui accompagne vos images impose un rythme soutenu, mais n’en abusez pas ; vous vous en lasserez vite.

Les effets

La création d’effets couvre une partie de la postproduction tellement vaste qu’elle ne peut pas avoir toute sa place dans cet ouvrage. Néanmoins, je vais vous présenter quelques effets vidéos élémentaires qui seront utiles pour vos montages car ils vont vous permettre de corriger quelques problèmes issus du tournage.

Stabilisation

En vol, des sautes ou des vibrations dues au vent, à une accélération ou décélération trop brutale, un mouvement de yaw, etc., peuvent ruiner un plan et le rendre inutilisable. Il existe un effet ***Stabilisation*** qui permet de corriger cela… mais pas toujours. Alors, le mieux est d’appliquer ce filtre et d’observer le résultat pour savoir si l’on pourra conserver ou non le plan « douteux » au montage.

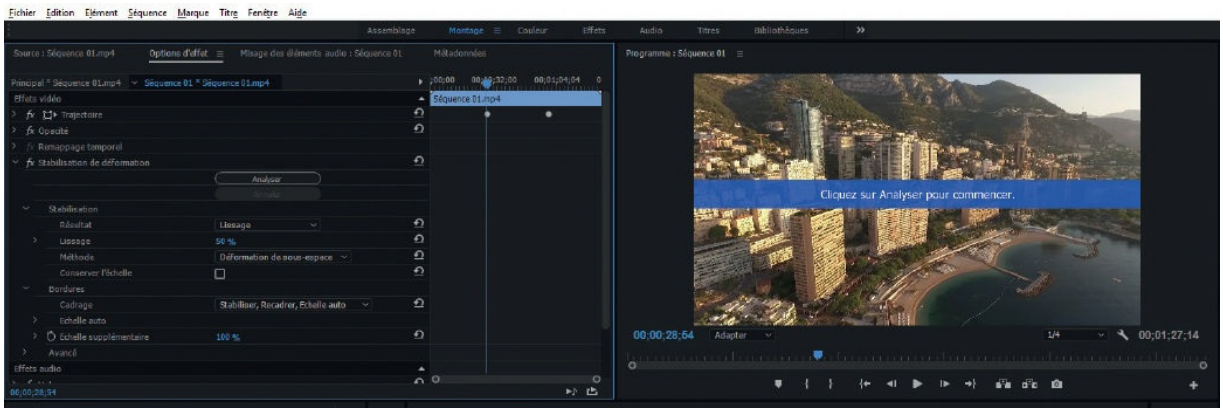


Figure 6-15. De nombreux paramètres interviennent dans la qualité du rendu.

Suppression de déformation d'objectif

Qu'il est gênant cet effet de distorsion sur la GoPro qui arrondit l'horizon ! Heureusement, depuis l'avènement de la gamme des Phantom 3, cette déformation à la périphérie de l'image a été quasiment supprimée pour passer inaperçue. Seuls les drones avec GoPro sont encore affectés. Dans les préconfigurations de Premiere Pro, vous trouverez la liste de toutes les caméras avec leurs profils (à appliquer sur l'élément) pour supprimer la déformation. Si vous ne trouvez pas exactement votre profil de caméra, prenez le plus approchant.

Figure 6-16. Premiere met constamment à jour la liste des profils de caméras.

Réduction du bruit

Lorsque les ISO grimpent par manque de luminosité au tournage, du bruit (grain) s'invite dans les zones de basses lumières de l'image. Pour y remédier, utilisez le filtre de réduction du bruit proposé avec le plug-in Red Giant/Denoiser. Si vous utilisez Premiere, il faut télécharger ce plug-in car il n'est pas fourni dans la palette d'effets. Dans Photoshop, Camera Raw propose

aussi un *denoiser* efficace. Vous devrez importer le clip à traiter vers Photoshop, puis le réexporter vers Premiere.

Vitesse et durée

Si vous avez besoin de modifier la vitesse d'un mouvement de caméra trop rapide ou au contraire trop lent, effectuez un clic droit sur l'élément vidéo dans la *timeline* pour accéder au menu contextuel comportant la fonction ***Vitesse/Durée...*** Vous pourrez ainsi régler la vitesse de déplacement optimale. Attention quand même aux répercussions sur les éléments en mouvement dans votre image qui pourraient se trouver affectés par une vitesse anormale.

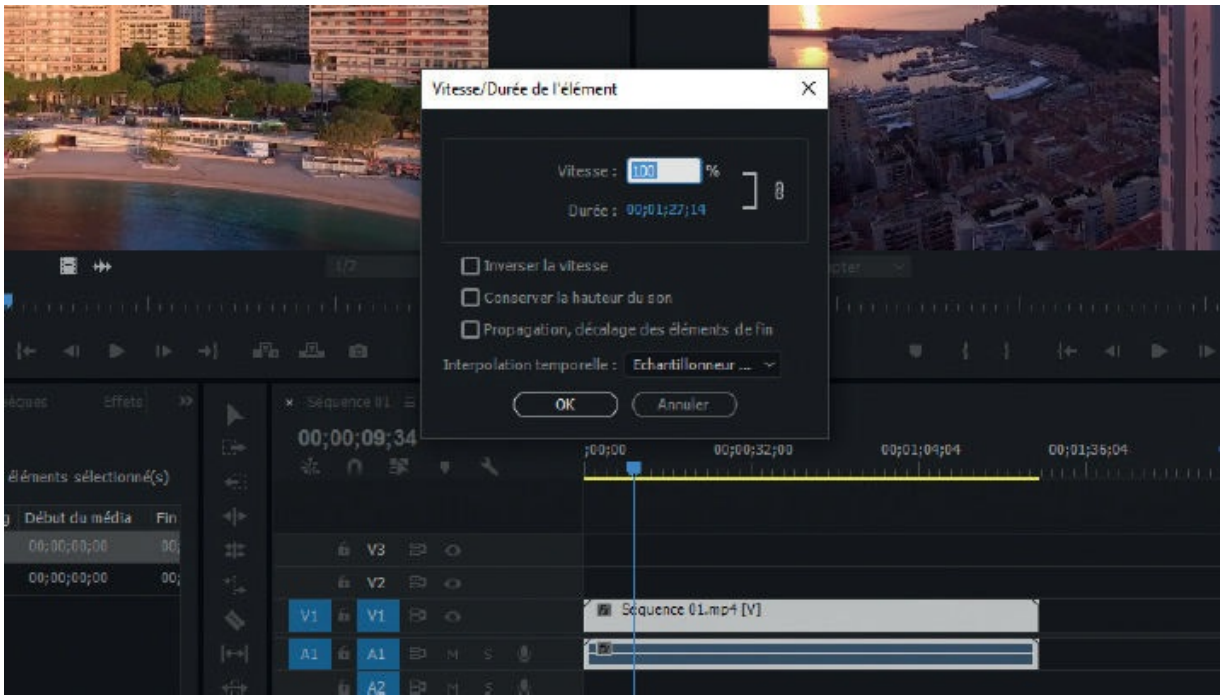


Figure 6-17. Régler la vitesse et/ou la durée ? Rien de plus simple.

Trajectoire

Vous n'êtes pas satisfait de votre cadrage ? Trop de ciel dans votre composition, un pylône disgracieux apparaît en bordure de cadre ? L'effet ***Trajectoire***, accessible depuis l'onglet ***Options d'effets*** dans le panneau ***Source***, vous permet de corriger ce type de problème. Il suffit de zoomer dans l'image avec le paramètre ***Échelle*** jusqu'à 15 % au maximum, car au-delà, la qualité de l'image s'en ressentira. Déplacez ensuite l'image sur l'axe des X ou des Y avec le paramètre ***Position***. Vous pouvez même faire varier ces

paramètres à l'intérieur du clip avec des images clés.

Lorsque la luminosité est très forte, vous avez certainement constaté que des zones de l'image scintillent. Le filtre ***Anti-scintillement*** vous permettra d'atténuer ce problème fréquemment rencontré avec les Phantom 3 et 4.

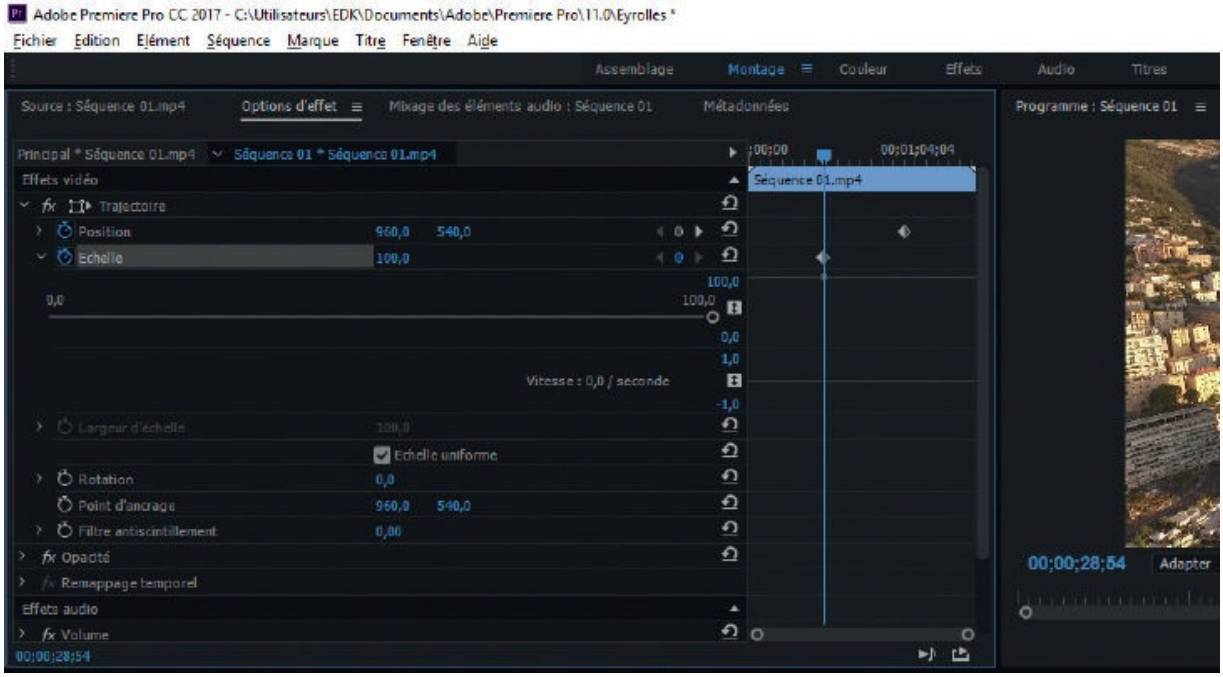


Figure 6-18. Grâce aux paramètres Position et Échelle, on recadre facilement une image.

Effets de style

Pour donner un effet ou un look à vos plans, vous disposez de toute une palette d'effets, accessible depuis le répertoire ***Projet*** à partir de l'onglet ***Effets***. Il y en a tellement que je ne peux citer que les plus usités pour mémoire. Je vous laisse parcourir vous-même la bibliothèque d'effets et les tester pour apprendre à les connaître. Il existe le pendant pour la partie audio qui ne sera pas non plus traitée dans ce livre. Reportez-vous au manuel de votre logiciel si vous désirez approfondir ce sujet.

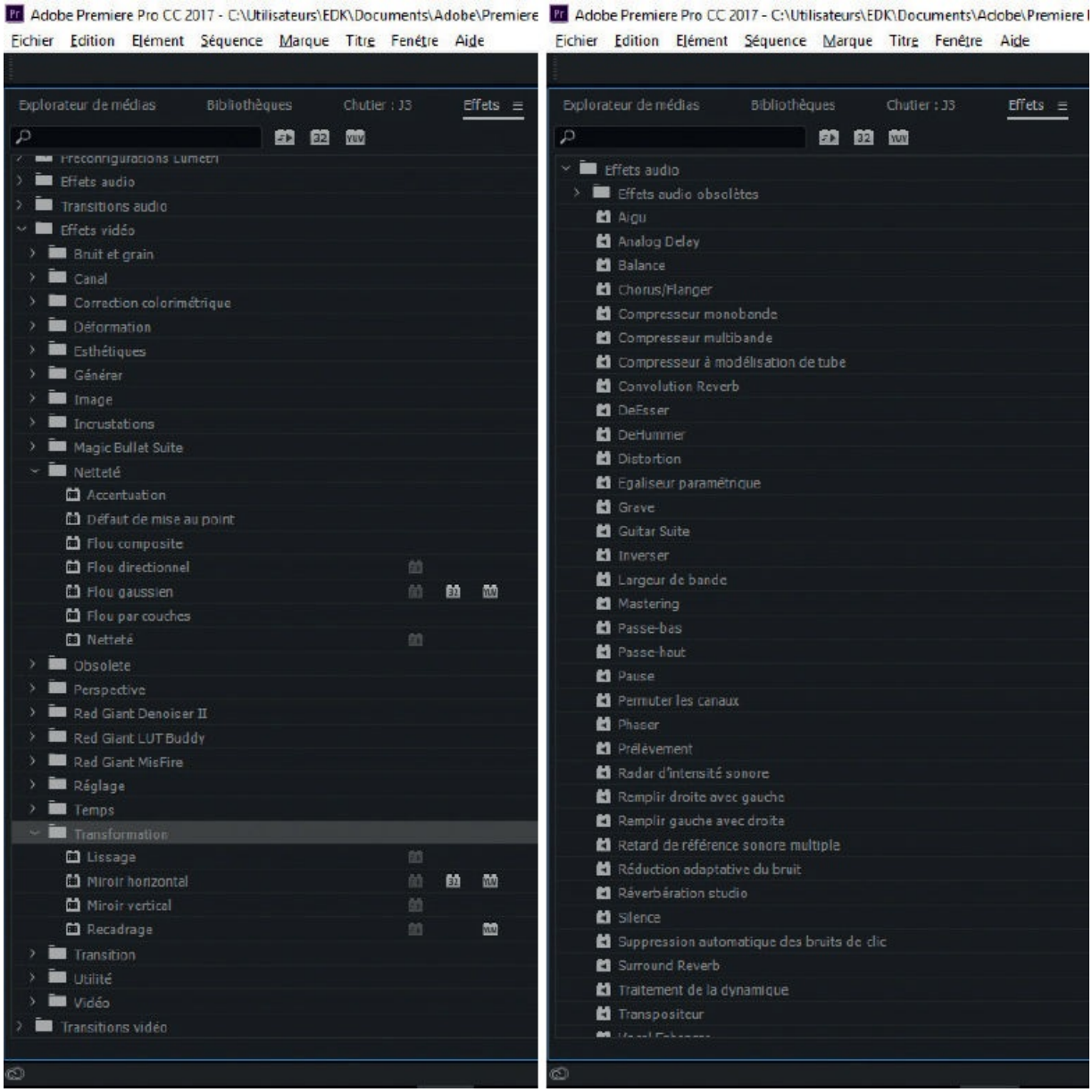


Figure 6-19. La palette très complète des effets vidéo et audio dans Premiere.

- L'effet ***Flip Flop***, ou effet miroir, permet de retourner l'image horizontalement et verticalement.
- L'effet ***Split screen***, ou effet multi-images, permet de placer plusieurs images dans le même écran.
- L'effet ***Vignettage*** permet d'assombrir la périphérie de l'image afin de focaliser l'attention au centre de l'image.
- L'effet ***Netteté*** permet d'augmenter ou de diminuer la netteté. La douceur

estompe parfois bien les défauts.

- L'effet ***Floutage*** permet de flouter toute l'image ou une partie seulement. Combiné avec le *tracking*, cet effet sert à masquer des visages ou des marques commerciales à la télévision.

Beaucoup pensent à tort que le montage va servir à cacher les maladresses et les erreurs du tournage. On peut améliorer un certain nombre de choses en postproduction, mais on ne peut pas tout arranger. Ce n'est pas de la magie.

Exercices

- Regardez des films ou votre série préférée en vous concentrant sur le rythme du montage et l'enchaînement des plans. Quelle est leur durée ? Quels sont les effets de raccord et de transition utilisés ? Quels sont les effets utilisés ?
- Entraînez-vous à monter, à tester des points de montage différents, des transitions, des effets, etc.
- Imaginez ce que sera votre prochain film, planifiez les séquences, les plans, leur place sur la *timeline*.

L'étalonnage

L'étalonnage est un ensemble de tâches qui va bien au-delà de ce que je vous propose dans ce chapitre. Étalonner un film est un métier qui demande une formation professionnelle très approfondie, de l'expérience, du matériel et des applications dédiées. Je préfère donc parler humblement ici de correction colorimétrique. J'aborderai les principes de base. Ils sont identiques à ceux développés pour la retouche photo avec Lightroom pour corriger vos images en peaufinant si nécessaire la balance des blancs, la luminosité, le contraste et la saturation. Le but est d'harmoniser tous les plans pour obtenir un film homogène et cohérent sur ces valeurs. Pour donner un look ou un style créatif à votre film, il existe des filtres prêts à l'emploi comme ceux que vous utilisez avec votre smartphone. Sur l'emploi de ces filtres et les effets créatifs, je recommande la sobriété plutôt que l'excès.

L'interface de correction colorimétrique de Premiere contient des outils identiques à ceux présents dans les autres logiciels. On y accède à partir du menu horizontal en cliquant sur ***Couleur***, puis ***Domaine Lumetri*** dans la

fenêtre ***Source***. Dans ce panneau, cliquez sur le bouton représentant une clé anglaise en bas de la fenêtre pour sélectionner l'affichage souhaité. J'utilise en priorité ***Parade RVB*** et ***Histogramme*** pour m'aider à analyser l'image dans ses composantes principales.

Balance des blancs

Si vous avez un doute sur la balance des blancs, la parade RVB montre la répartition et les niveaux des couleurs rouge, vert et bleu. Une balance des blancs théoriquement parfaite montrerait une égale densité et une répartition des trois couleurs entre 0 et 100 (ou 0 et 255 sur l'autre échelle). Pour commencer, essayez de corriger la balance des blancs à l'aide du bouton ***Automatique***. Si le résultat obtenu n'est pas satisfaisant, passez au réglage manuel. Une balance des blancs déséquilibrée se rattrape en jouant avec le curseur ***Température*** dans ***Couleur Lumétri*** du panneau de droite. D'autres méthodes sont également disponibles via les onglets situés sous ***Correction de base***.

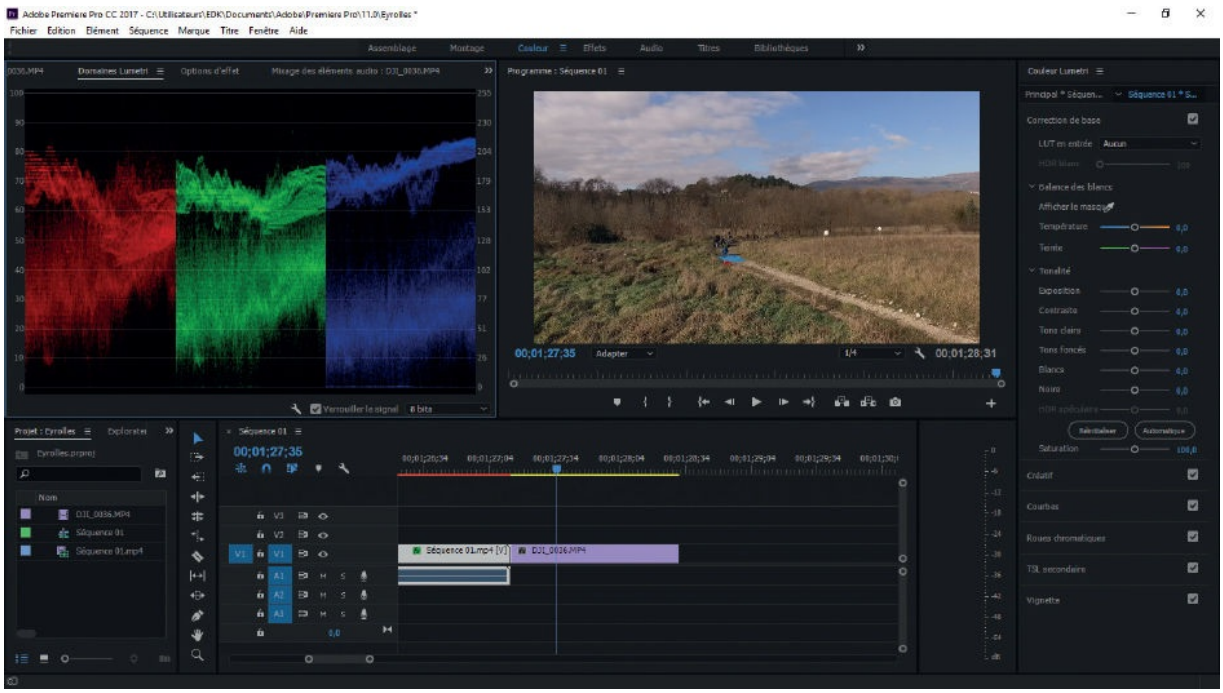


Figure 6-20. La parade RVB montre une très légère dominante bleue dans les hautes et basses lumières par rapport aux deux autres couleurs, ainsi qu'une absence de bleu dans les tons intermédiaires. Rien de grave.

Luminosité ou clarté

Le but ici est d'apporter la meilleure exposition possible à l'image lorsqu'elle présente des manques. Lorsqu'un plan est « cramé » ou écrêté, cela se traduit par des blancs sans aucun détail. Dans ce cas, il n'y a rien à faire pour améliorer les choses : le plan est inutilisable. La courbe dépasse le niveau 255 (ou 100 sur l'autre échelle). En deçà, on a toute latitude pour apporter des corrections dans les blancs et les tons clairs.

Dans le cas d'une image sous-exposée, la base de la courbe se tasse vers le niveau 0 (c'est le noir absolu), mais toute la partie au-dessus du 0 contient une information qu'il est plus facile d'éclairer en rehaussant la luminosité dans les tons noirs et foncés.

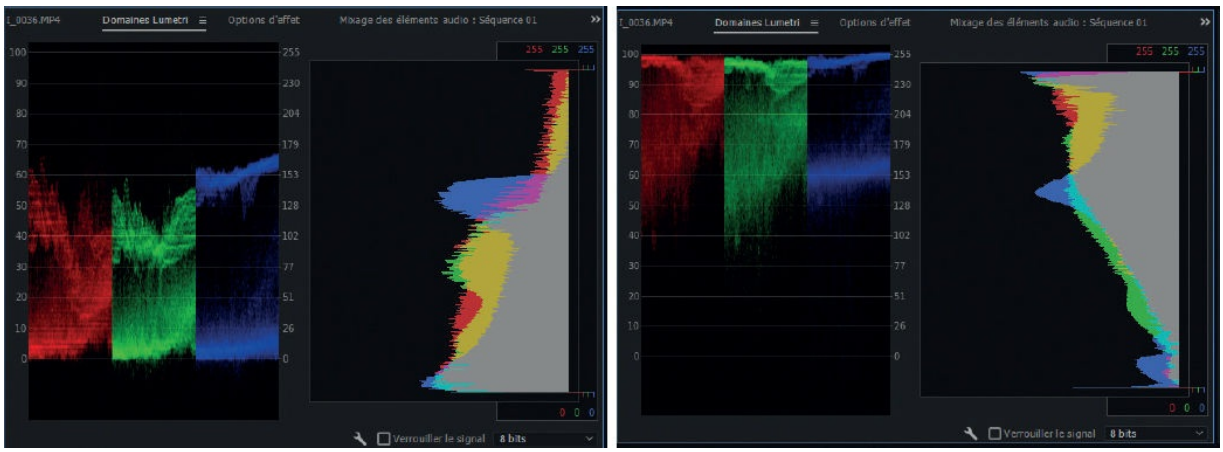


Fig 6-21. Une image trop sombre (à gauche) et une image trop lumineuse (à droite) peuvent être corrigées en jouant sur les paramètres de tonalité du panneau Couleur Lumétri.

Contraste

Ajouter du contraste, c'est répartir le plus largement possible les trois couleurs entre le noir et le blanc (0 à 255 sur l'échelle de droite de la parade RVB), tout en élargissant au maximum les tons intermédiaires, sans pour autant écrêter les valeurs extrêmes.

On a pris l'habitude de voir des images très (trop ?) contrastées sur nos écrans. Cette tendance, avec la tentation d'en rajouter toujours plus en postproduction, confine certains programmes aux limites du réalisme colorimétrique.

Saturation

Notre perception d'une image dépend de la saturation des couleurs. Moins une

couleur contient de gris, plus elle est saturée. Une couleur plus saturée que les autres a tendance à dominer l'image. Des couleurs insuffisamment saturées rendent l'image terne. Le curseur de saturation poussé à gauche supprime les couleurs, et l'image passe en noir et blanc. Le curseur poussé à droite rend les couleurs « pétantes » (on dit pures) en supprimant le gris. Remarquons également que si la clarté diminue, le degré de saturation diminue aussi.

Pour conclure cette section, j'ajouterai que la beauté d'une image se structure avant tout dans les tons intermédiaires.

Pour aller plus loin

Pour développer l'aspect créatif de votre film, l'étalonnage lui apportera une identité visuelle. Il vous faudra des logiciels d'étalonnage aux fonctions avancées comme Davinci Resolve, Motion ou Speed Grade. L'utilisation d'un pupitre de contrôle est alors fortement conseillée. Vous pourrez jouer sur les multiples possibilités d'enrichissement visuel : *relighting*, microcontraste, dominante couleur, saturation sur zone et couleur, noirs et blancs, vignettage, masques, LUT, etc.

Le mixage

Comme pour l'étalonnage, il n'est pas envisageable dans cet ouvrage de développer les techniques du mixage audio qui relèvent du métier d'ingénieur du son. Il s'agit ici d'appréhender, sans entrer dans le détail, la manipulation et les réglages des pistes audio afin d'obtenir un son propre pour votre film.

Un film monté exclusivement avec des images de drone sera sonorisé avec une musique du début à la fin, et éventuellement une voix-off, voire quelques bruitages. Cela limite les opérations de mixage au strict minimum.

La méthode

Dans un montage, on crée autant de pistes son qu'il y a de sources audio différentes : sons d'ambiances, musiques, effets spéciaux et bruitages, voix-off, etc.

On va mixer ces pistes les unes après les autres pour régler les niveaux, poser des transitions et des points clés, que ce soit directement sur la séquence ou avec la table de mixage. Idéalement, vous réglerez le volume d'une piste du début à la fin, avant de passer à la piste suivante.

Le VU-mètre est très important car il permet de contrôler visuellement le volume plan par plan. Il affiche le nombre de décibels. Il faut veiller à maintenir l'intensité sonore entre -8 et -6 dB, sans aller dans la partie rouge, tout en haut, qui nous indique un pic de saturation. On va régler les courbes de volume à même la séquence en travaillant sur les éléments de la piste son, ou bien à partir de la fenêtre ***Mixage*** des éléments audio dans le panneau ***Source***. C'est l'interface de représentation de l'élément audio en lecture. À l'aide du curseur, on fait varier le volume de l'élément. On peut placer des points clés si besoin.

Grâce à la séparation des pistes audio, vous pouvez utiliser la fenêtre ***Mixage*** des pistes audio (de l'interface ***Audio***) pour régler l'intensité sonore globale ou celle de l'ensemble des éléments placés sur une même piste. Vous pouvez aussi placer des effets (réverb, panoramique, etc.).

Des conseils

Ne sous-estimez pas l'importance du son par rapport à l'image.

Le principe d'un mixage est de régler les niveaux de chacun des éléments d'une piste pour les homogénéiser à l'intérieur de la séquence et rendre globalement cohérents le niveau des pistes entre elles.

En élargissant les pistes audio sur la *timeline*, on visualise mieux les formes d'onde pour intervenir sur la séquence directement.

Les musiques qui ont un tempo bien marqué et plutôt rapide facilitent le montage des éléments vidéo dans le rythme. Un rythme moins marqué et plus lent laisse une plus grande latitude pour les transitions entre les plans.

Si vous associez des éléments audio particulièrement forts sur plusieurs pistes, vous risquez de provoquer une saturation. Pour éviter ce phénomène, baissez les niveaux sonores de chacune des pistes et assurez-vous que le niveau global de la séquence reste dans la norme (entre -8 et -6 dB).

S'il est nécessaire de régler le niveau d'une partie d'un élément seulement (exemple : la voix d'une personne est faible, alors que la voix de l'autre personne est trop forte), vous utiliserez des images clés pour faire varier le niveau tout au long de l'élément.

Si le niveau d'origine d'un élément est trop élevé ou trop bas, vous pouvez modifier le niveau d'entrée. Toutefois, le réglage du niveau d'entrée ne supprimera pas les distorsions qui résultent de l'enregistrement de l'élément.

Servez-vous du panneau ***Mixage*** des pistes audio pour régler la balance audio et le volume des différentes pistes de votre projet.

Lors du montage et des manipulations des éléments, on fera attention à ne pas désynchroniser les pistes audio et vidéo.

Le titrage

Je traite ce sujet en fin de chapitre mais j'aurais pu en parler plus tôt. Cela n'a pas d'importance car vous pouvez créer et ajouter les titres à tout moment.

Le titrage comprend non seulement le titre du film mais aussi les génériques de début et de fin, les textes, les bandeaux, etc. C'est-à-dire tout ce qui s'écrit et s'incruste dans le déroulement d'un film.

L'incrustation d'un texte peut se faire sur la vidéo en arrière-plan ou sur un fond de couleur (le noir est le plus utilisé). Le choix de la taille et de la couleur de la police de caractères est une question de goût. Personnellement, je préfère la sobriété et l'élégance d'une typo classique pour créer un titre avec un fondu rapide en entrée-sortie.

La tendance est aux animations pleines d'effets créées avec After Effects. C'est vrai que cela donne tout de suite un aspect grosse production cinématographique. Le spectateur risque cependant d'être déçu en voyant les images qui suivent si elles ne sont pas à la hauteur des attentes suscitées par cette débauche d'effets 3D !

Votre outil titrage vous propose une liste de modèles de titres prêts à l'emploi. Utilisez-les si vous ne vous sentez pas l'âme créative. Inspirez-vous et essayez de recréer les titres qui vous ont plu dans vos films et séries préférés (voir figure 6-9 page 143).

L'exportation

Une fois que le montage est terminé, il faut l'exporter pour le faire exister, le distribuer, le diffuser, le sauvegarder. Pour cela, effectuez un clic droit sur l'icône de votre séquence dans le panneau ***Projet***. L'option ***Exporter le média*** ouvre alors une nouvelle interface pour régler tous les paramètres de sorties en fonction de la destination du film (format, codec, taille, aspect, etc.). Vous n'y comprenez rien ? Pas d'affolement. Votre logiciel propose des préconfigurations adaptées aux smartphones, tablettes, téléviseurs, plates-formes web, etc.

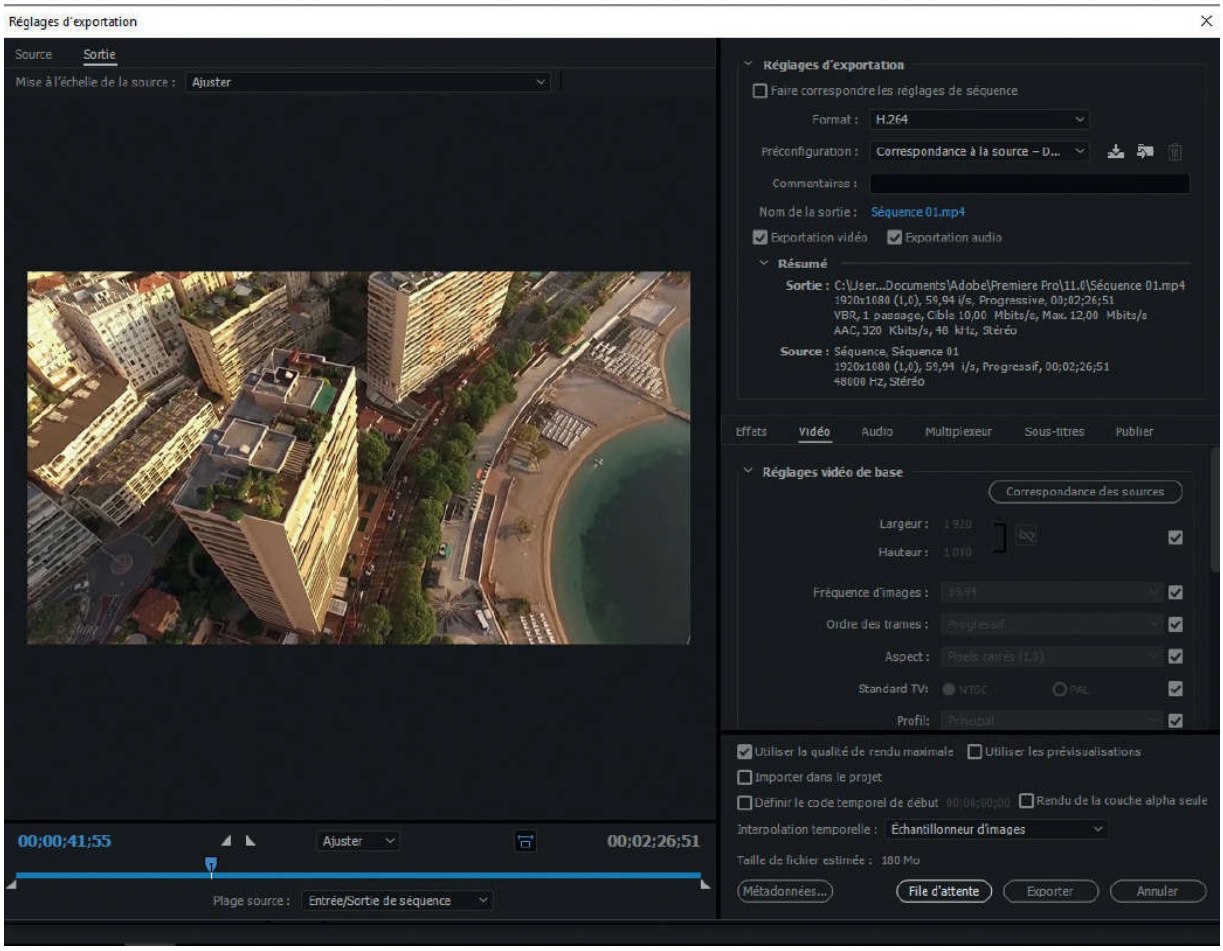


Figure 6-22. L'interface de Premiere Pro pour exporter un montage est complète et compréhensible. C'est un atout !

Une image vidéo est faite d'une succession de photos

Vous avez la possibilité d'extraire une photo de votre vidéo bien qu'il soit préférable de faire les photos en mode photo RAW. En effet les réglages vidéo ne sont pas adaptés à la photo à cause de la faible vitesse du shutter qui conduit presque inévitablement à un flou de mouvement. Cependant dans certaines circonstances, ce flou est à peine perceptible parce que vous filmez avec une forte luminosité et que le shutter monte bien au-dessus de 1/250e à 60 i/s. Alors une image extraite de votre vidéo devient tout à fait exploitable.

Extraire une photo d'une vidéo est extrêmement simple. Dans Premiere, il suffit de cliquer sur le bouton ***Exporter image*** situé à droite de la barre d'outils, dans la fenêtre vidéo source ou programme lorsque vous êtes positionné sur l'image de votre choix. La boîte de dialogue qui s'ouvre alors

vous propose plusieurs formats : .png, .tiff, .jpg, .bmp, etc.

Si vous souhaitez retoucher cette photo dans Lightroom, choisissez le format TIFF. On aurait pu de la même façon extraire cette image des rushs à partir de Lightroom, VLC, QuickTime, MPEG Streamclip, etc.

Faire des images est une chose, les monter en est une autre. Je vais me risquer à comparer le montage vidéo à l'écriture et ses règles de grammaire. Cela s'apprend et se manie avec plus ou moins de bonheur. Un montage réussi est celui qui donnera un sens à vos images. Il ne suffit pas d'aligner quelques beaux plans les uns derrière les autres avec une musique pour mettre en valeur vos qualités de vidéaste aérien. La réalisation d'un vrai film passe par la narration.

CHAPITRE 7

LE POST-TRAITEMENT PHOTO

Avant l'ère numérique, le photographe passionné développait lui-même ses négatifs. Dans le secret de sa chambre noire, il révélait ses photos grâce à son agrandisseur et au traitement chimique. Le plaisir de la photo se poursuivait au-delà de la prise de vues. Il se prolongeait dans ce post-traitement qui allait donner son caractère singulier à l'image.

Une belle photo (au format JPEG) sortie directement de la carte mémoire pourrait se suffire à elle-même. On peut cependant l'améliorer en appliquant une simple correction dans un logiciel de retouche photo. S'il s'agit d'une photo RAW, le post-traitement numérique est obligatoire puisqu'il s'agit d'une photo « brut de capteur ». C'est un choix, et non une contrainte, que de nombreux photographes amateurs ont fait. Travailler à partir de photos RAW permet de sublimer les photos sans être destructif, tout en libérant votre créativité. Alors pourquoi s'en priver ?

Par ailleurs, les caméras embarquées sur les drones souffrent des défauts dus à la petitesse de leur capteur, ce qui signifie une plage dynamique étroite. On note également une déformation de l'objectif qui arrondit les contours de l'image et un excès de netteté par compression qui durcit l'image. Pour ces quelques raisons, la retouche d'image se justifie.

Le logiciel de retouche

Lorsque j'ai commencé à faire des photos au format JPEG avec mon drone, j'ai utilisé le logiciel Adobe Photoshop pour les retoucher car je m'en servais déjà depuis des années pour effectuer des retouches basiques. Influencé par un ami, j'ai téléchargé Lightroom qui est le Photoshop du photographe. Je l'ai adopté très rapidement et sans hésitation parce que sa philosophie répond parfaitement aux besoins du photographe professionnel ou amateur éclairé. Toutes les fonctions de traitement qu'il propose sont communes aux principaux logiciels de retouche photo. C'est dans la présentation des menus ou dans l'interface de travail que les différents logiciels se distinguent entre eux. Tout ce qui sera illustré par la suite sera donc basé sur l'interface de Lightroom mais vous retrouverez les mêmes outils de traitement dans votre logiciel (les libellés peuvent varier mais les fonctionnalités restent similaires)

Figure 7-1. La même photo avant et après retouche. Ici, le traitement avec un filtre crée une ambiance surnaturelle (photo : Mavic Pro).

UN CHOIX LIMITÉ

Il existe d'autres logiciels que Lightroom, plus ou moins ergonomiques, puissants et parfois gratuits. Si vous avez envie de vous initier, commencez par les outils proposés par défaut sur votre ordinateur. Attention, ils ne permettent pas tous de traiter les photos RAW. Si vous avez envie d'aller plus loin, téléchargez un *freeware* comme RawTherapee, ou Gimp.

Lightroom est quant à lui téléchargeable en version d'essai sur le site Adobe. Si vous êtes conquis, vous pourrez souscrire un abonnement de quelques euros

par mois afin de pouvoir l’utiliser pleinement.

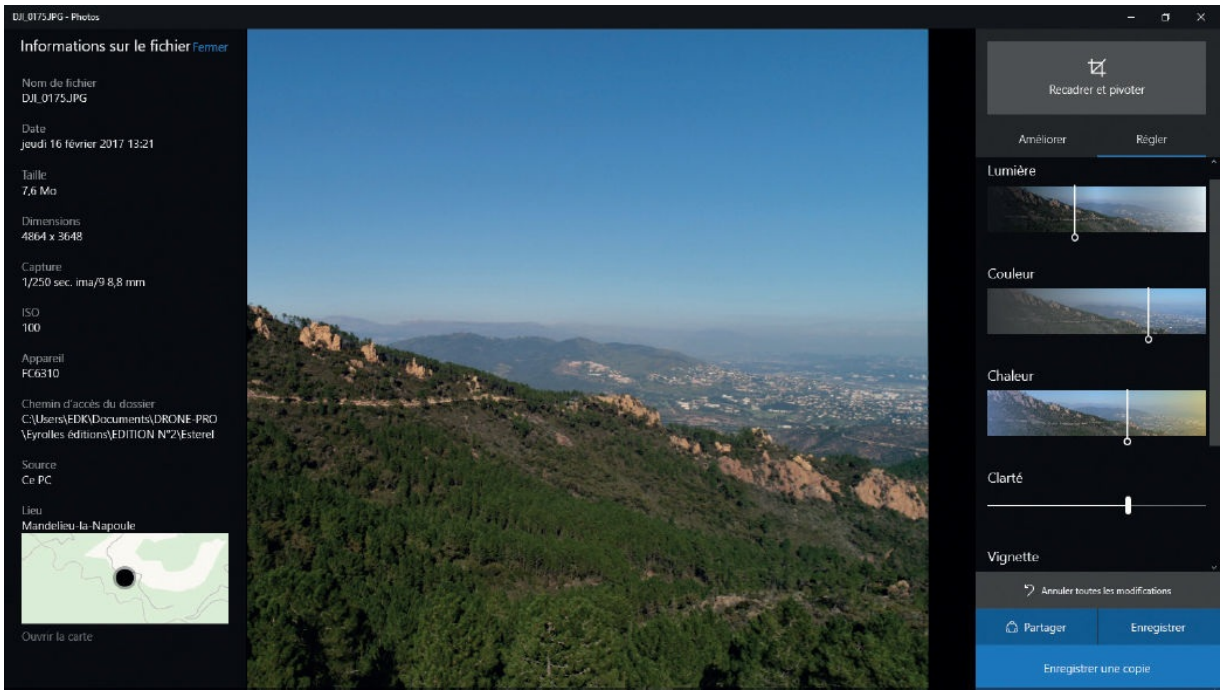


Figure 7-2. Sous Windows, l’application Photos donne accès aux principaux outils de traitement mais demeure très limitée. Elle ne permet pas encore d’ouvrir les images DNG (RAW Adobe) d’un Mavic ou d’un Phantom. Sous Mac OS, Iphoto et Aperture compatible RAW ont été réunis sous Photos depuis OS X Yosemite 10.10.3.

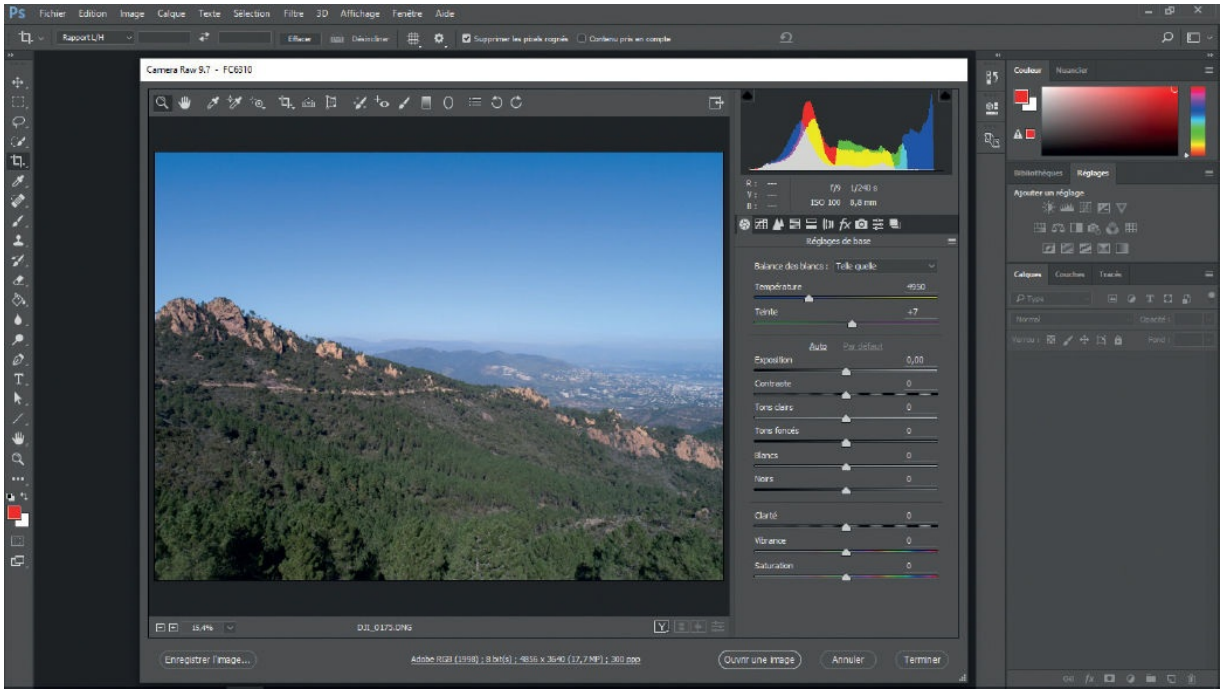


Figure 7-3. Si Photoshop est déjà installé sur votre ordinateur, le module Camera Raw vous permettra de traiter les images RAW et vous offrira les mêmes outils de traitement que Lightroom. Ce module est disponible sous Windows, Mac OS et Linux en français.

Figure 7-4. L'application RawTherapee dédiée au traitement RAW est une

alternative gratuite à Lightroom. Elle est disponible sous Windows, Mac OS et Linux en français.

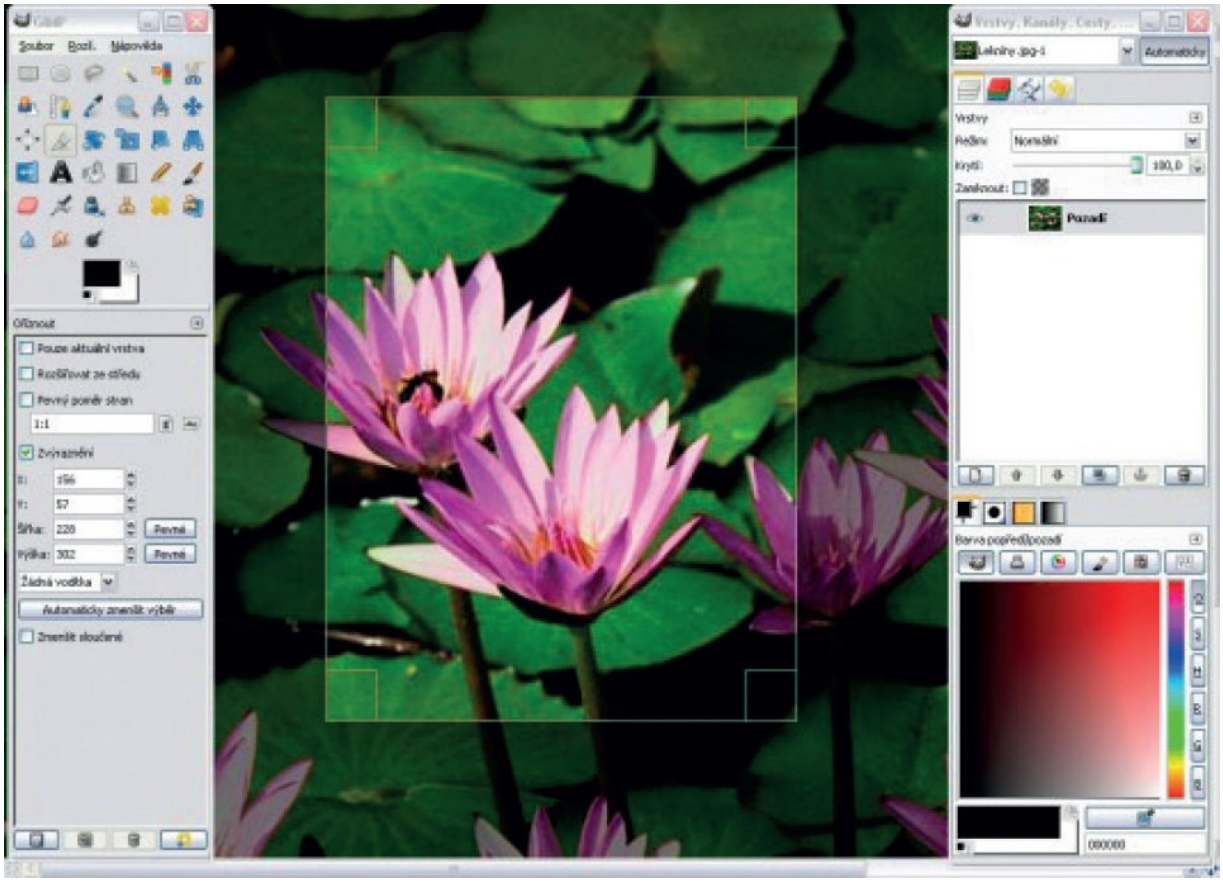


Figure 7-5. Gimp est l'un des meilleurs freewares de retouche d'image malgré une interface un peu désuète. Il est disponible sous Windows, Mac OS et Linux en français. Installez le plug-in Ufraw afin de l'ouvrir au traitement RAW.

Cette liste n'est pas exhaustive, mais cette sélection de « derawtisers » (à l'exception de Photos, sous Windows) regroupe les meilleures applications actuelles.

ORGANISER SA PHOTOTHÈQUE AVEC LIGHTROOM

Dans Lightroom, le module Bibliothèque est le centre de gestion de votre photothèque. C'est dans cet espace que vous importez les photos à traiter contenues sur votre disque dur interne, sur une carte mémoire ou un périphérique externe. C'est à partir de là que vous organiserez le classement de vos images en collections. « Importer » n'est pas le terme approprié car en

réalité, Lightroom va se contenter d'adresser chaque fichier depuis son emplacement d'origine et de créer une vignette d'aperçu. Physiquement, votre photo n'est pas dupliquée ni déplacée, elle reste dans son dossier. Ceci a pour conséquence que Lightroom perdra sa trace si vous la déplacez ou si vous la renommez sans prévenir ! Vous pourrez effectuer ces opérations dans Lightroom et elles seront prises en compte par votre système.

Faut-il classer ses photos avant l'importation ?

Chacun est libre de son organisation, mais je préconise d'importer le moins de photos possible, pour ne pas perdre du temps ensuite en longues recherches. Au fil des années, votre bibliothèque contiendra des centaines de photos. Essayez de rassembler toutes vos photos dans un même répertoire : par exemple le répertoire ***Images*** proposé par défaut. Créez autant de dossiers et de sous-dossiers que nécessaire, classés par année, par thème, par genre... Vous pourrez toujours modifier cet ordonnancement depuis la bibliothèque de Lightroom. Enfin, effectuez périodiquement une sauvegarde de vos images sur un disque externe pour ne pas risquer tout perdre.

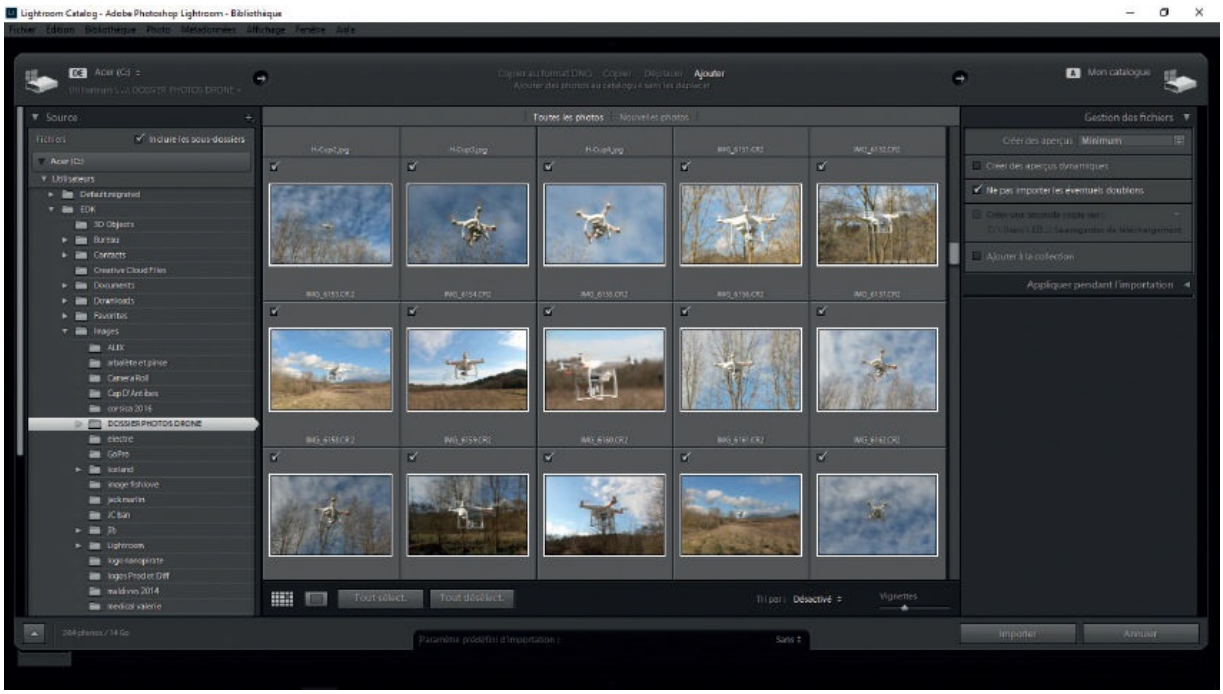


Figure 7-6. Importer : le panneau de gauche affiche l'arborescence du disque dur interne, le panneau central affiche les photos du dossier sélectionné.

Le module Bibliothèque de Lightroom propose des outils performants au service de la gestion de vos images. Vous allez pouvoir indexer vos photos de

plusieurs manières pour pouvoir ensuite effectuer des recherches multicritères et retrouver des photos dont vous aviez même oublié l'existence ! Le classement, qui est une tâche rébarbative, peut finalement se révéler amusant.

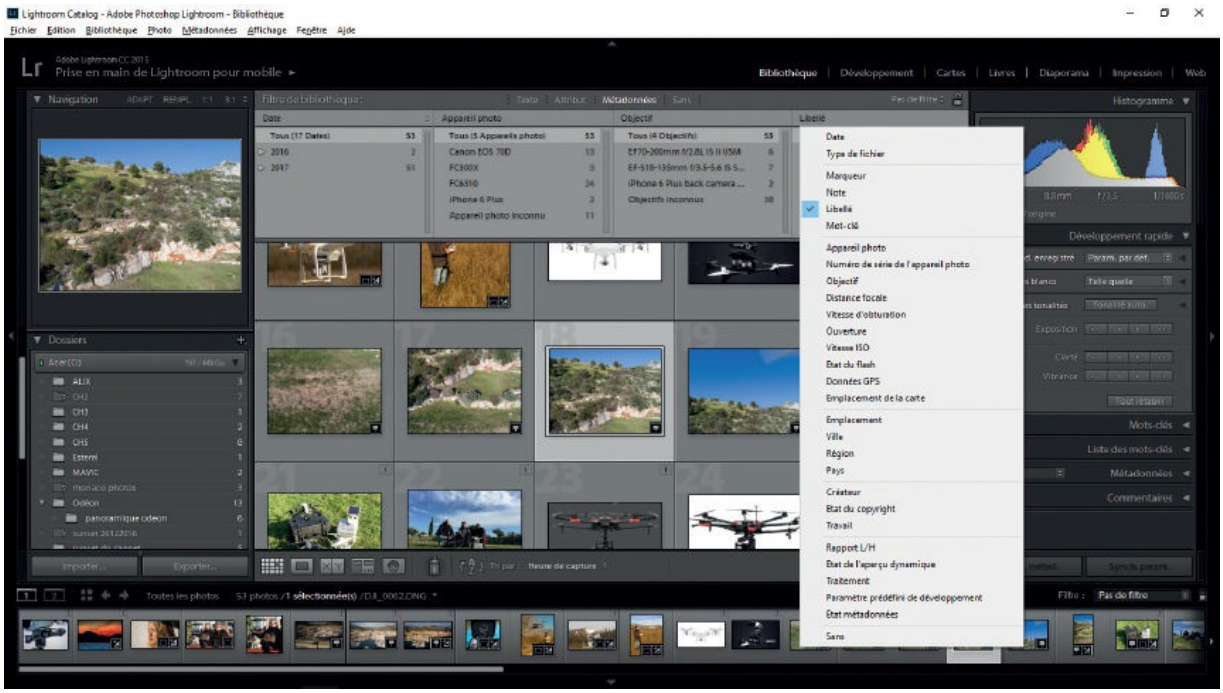


Figure 7-7. En cliquant sur l'onglet Métadonnées de la fenêtre Bibliothèque, on accède aux données EXIF pour faire des recherches approfondies.

Dans la bibliothèque Lightroom, vous pourrez créer des collections par thème, affecter des mots-clés, attribuer une note, attacher un libellé ou un drapeau aux photos… Par défaut, Lightroom vous propose des collections dynamiques. Par exemple, la collection des photos importées le mois dernier ou encore celle des photos récemment modifiées. Ce système de classement est souple et modifiable à l'envie.

Passons aux choses sérieuses en commençant par découvrir à quoi ressemble l'interface de travail d'un logiciel de retouche d'images. Nous vous présenterons ensuite les outils permettant de corriger les images.

LE MODULE DÉVELOPPEMENT DE LIGHTROOM

C'est le cœur de l'application. Une présentation de ce module va vous permettre de mieux naviguer dans ses menus et boutons.

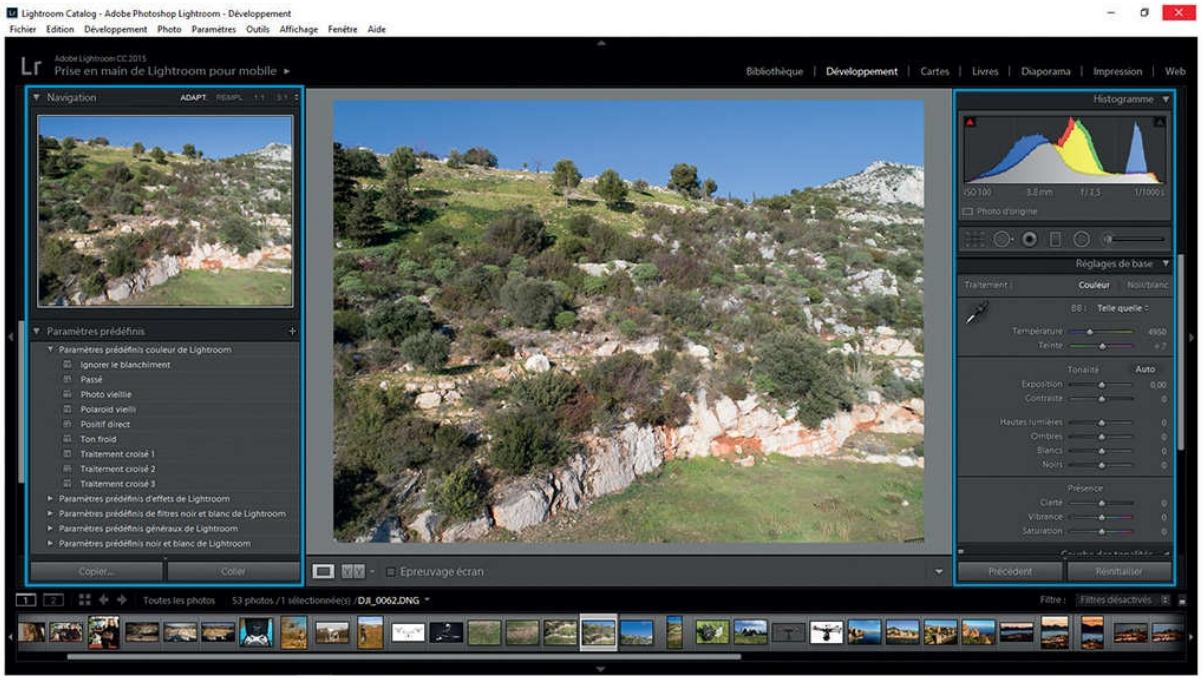
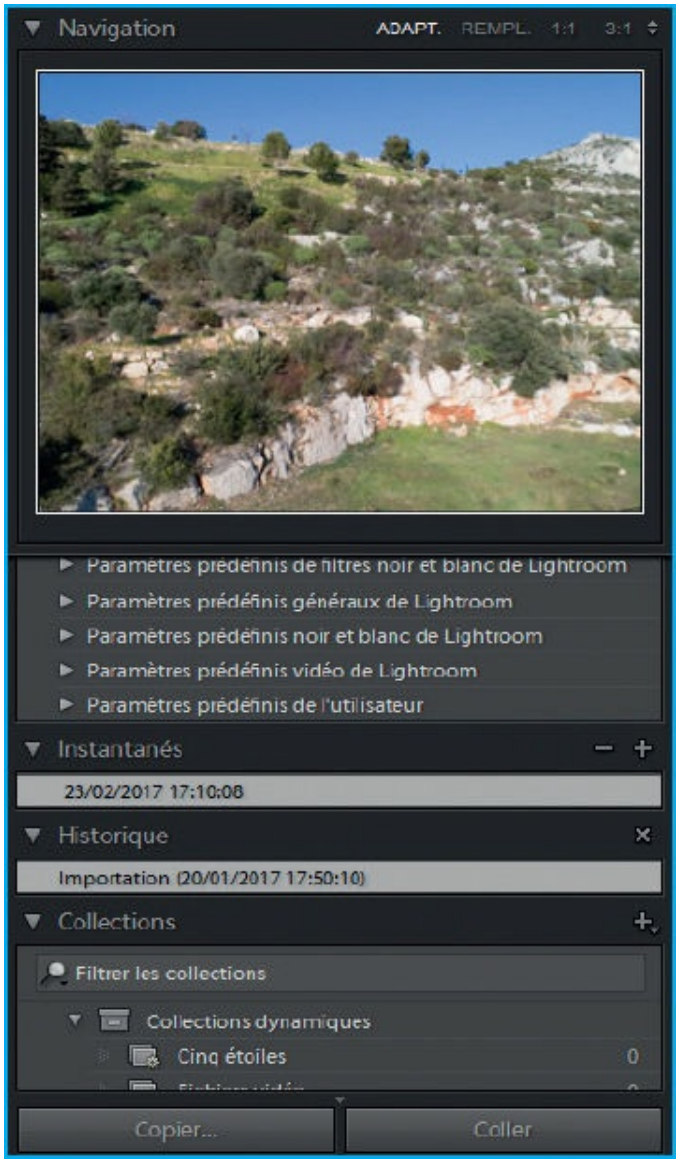


Figure 7-8. Le module Développement de Lightroom recèle de nombreux panneaux d’options et de réglages.

À gauche de l’écran, on trouve différents réglages détaillés ci-après.



- **Les paramètres prédéfinis**

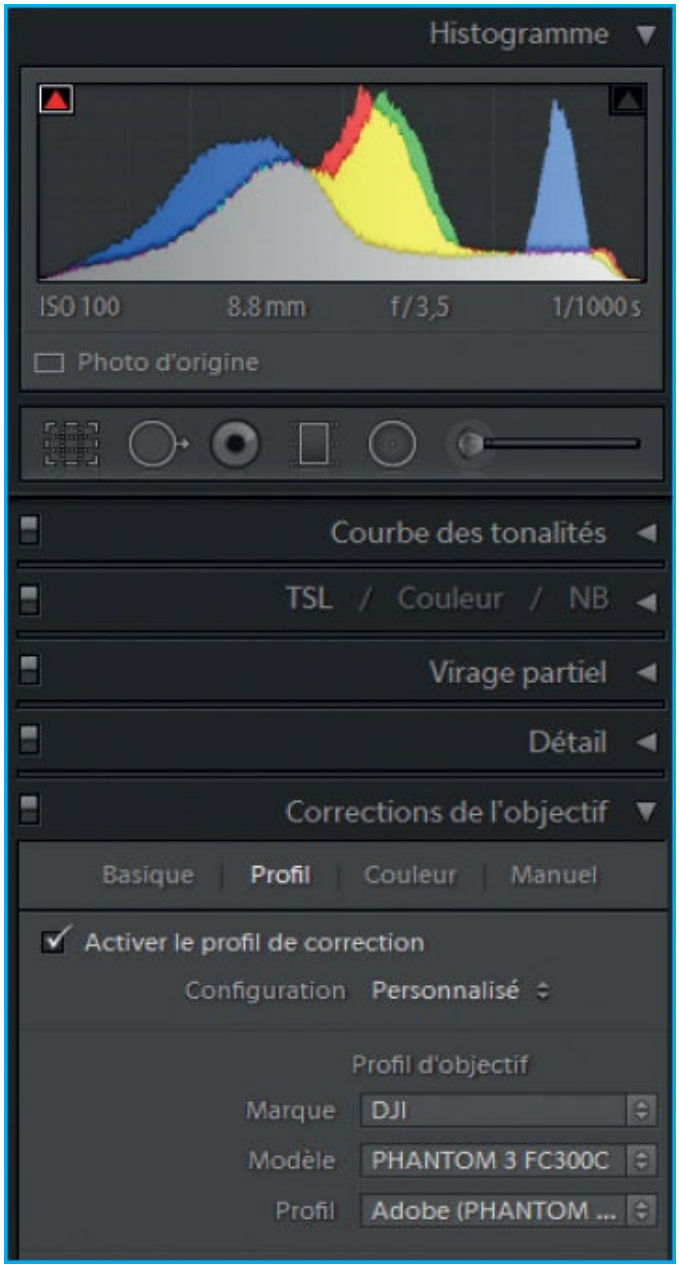
  C’est ici que vous piocherez parmi les filtres prêts à l’emploi, semblables à ceux que vous avez sans doute sur votre smartphone. Vous pourrez créer et enregistrer vos propres filtres ou importer des filtres récupérés via d’autres sources. C’est le côté magique et automatique de la correction photo. D’un simple clic, vous appliquez le filtre et visualisez directement l’effet obtenu. Lorsqu’un paramètre prédéfini vous convient, vous pouvez le copier et le coller sur une ou plusieurs photos. Pour comprendre à quoi les différents paramètres peuvent bien servir, et vous donner des idées, n’hésitez pas à les tester. N’oubliez pas que les corrections ne s’appliquent jamais sur la photo

originale. Vous ne risquez donc pas de dénaturer votre photo.

- **L’historique et les instantanés**

  L’outil ***Historique*** est bien pratique pour visualiser la chronologie de tous les réglages effectués. On peut revenir en arrière, modifier le réglage ou encore l’annuler. Pour conserver le rendu sur l’image des corrections effectuées et y revenir par la suite, il suffit d’enregistrer des instantanés. Ils correspondent à la version de l’image à un moment précis de votre correction.

À droite de l’écran, on trouve l’histogramme, les outils de retouches locales ainsi que les réglages basiques et avancés.



- **L'histogramme**

  Cette représentation graphique de la répartition de la lumière permet de voir instantanément les caractéristiques et les défauts d'une photo, en particulier aux extrémités. Un histogramme bien étalé est le signe d'une bonne répartition de la lumière. Vous pouvez corriger la forme de la courbe soit directement à l'aide de la souris, soit avec les curseurs de réglages de base situés en dessous.

- **La barre d'outils de retouches locales**

Vous trouverez dans cet espace l'outil permettant de recadrer et de redresser une image, ainsi qu'une série d'outils spécialisés dans la retouche de zones : filtres gradué et radial, pinceau de retouche ou encore bouton de suppression des défauts.

- **Le panneau des réglages de base**

  C'est dans ce panneau que vont s'opérer les transformations en profondeur de votre photo : 11 curseurs sont à votre disposition pour régler la température, la teinte, l'exposition, le contraste, les zones de lumière et la présence.

- **Les autres panneaux**

  L'ordre des réglages n'est pas le fruit du hasard dans Lightroom. Tout est question de méthodologie. Vous commencerez par les réglages de base avant de vous lancer éventuellement dans les réglages avancés : courbe de tonalité, TSL, virage partiel ou encore détails. Dans ce dernier panneau de réglages, la correction de l'objectif nous concerne particulièrement. Si vos photos contiennent un profil d'objectif intégré permettant de corriger la distorsion, l'aberration chromatique et le vignetage, vous pouvez l'appliquer. Et devinez quoi ? Lightroom contient les profils de nombreuses caméras dont ceux des marques GoPro, DJI, Parrot et Yuneec.

La retouche par étapes

Comme nous l'avons vu, Lightroom sait appliquer automatiquement la correction d'objectif de votre appareil photo. Il serait donc dommage de ne pas l'utiliser. Avant de commencer, n'oubliez pas d'activer cette option, disponible en bas de la colonne de droite. Les profils Phantom 3 FC300X ou Inspire 1 FC350 conviennent à la gamme Phantom 3, 4 et Mavic.

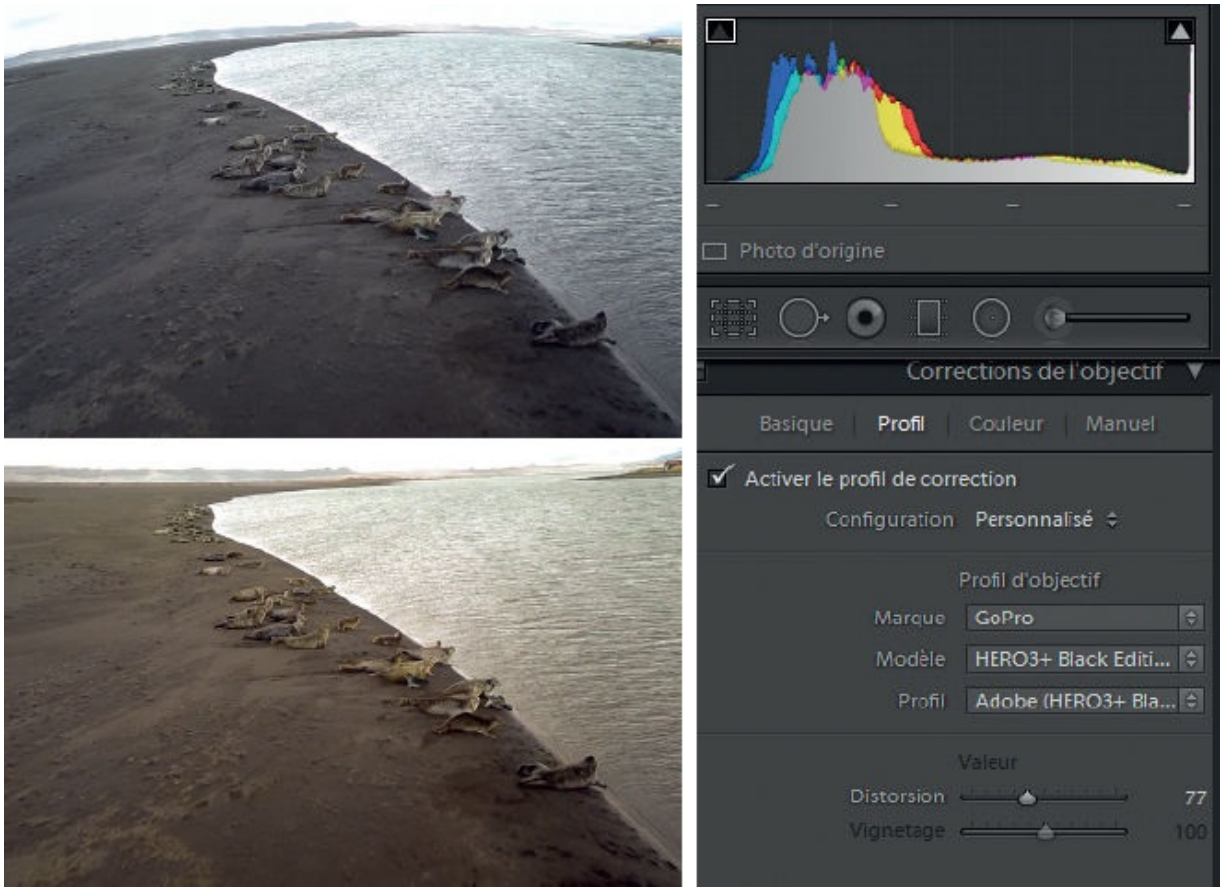


Figure 7-9. La déformation d'une GoPro se corrige en appliquant le profil intégré dans Lightroom.

LE RECADRAGE

Au début de mes retouches, je commence toujours par me demander si le cadrage de ma photo pourrait être amélioré. Est-ce que la proportion de ciel et de terre est correcte ? Est-ce que certains éléments en bordure pourraient être

supprimés ? Est-ce que je garde seulement une partie de l'image ? Parce que l'autonomie du drone n'est pas illimitée, on sacrifie parfois le cadre (hauteur ou inclinaison de la caméra) et ce n'est qu'en visionnant ses photos qu'on se dit qu'on aurait pu mieux faire. Mais ce n'est pas grave puisqu'on va pouvoir y remédier facilement en post-traitement.

Figure 7-10. L'outil de recadrage, avec ses poignées de contour étirables et ses poignées d'angle pivotantes, permet de modifier le cadre définitif pour obtenir ce que vous voulez.

Est-ce que mon horizon est bien droit ? Il est assez fréquent que cela ne soit pas le cas. La nacelle trois axes du drone n'est pas toujours infaillible. Là non plus, ce n'est pas grave puisqu'on va pouvoir corriger cela facilement. En effet, il suffit de cliquer sur le bouton d'angle, de tracer une ligne sur votre horizon incliné et la modification s'opérera automatiquement. Plus l'angle est incliné, plus le recadrage *(crop)* sera important.

Figure 7-11. Sur cette photo, la correction d'angle est de 1,08° pour redresser l'horizon.

LES CORRECTIONS DE BASE

C'est ici que la retouche d'image prend tout son sens et sa finesse. Après avoir corrigé la déformation d'objectif, le cadrage et l'inclinaison, vous allez à présent corriger ou modifier les lumières et les couleurs.

Corriger la température de couleur

Selon le type de lumière ou le choix de la balance des blancs que vous avez effectué au shooting, le rendu des couleurs ne sera pas celui auquel vous vous attendiez. Ne soyez pas trop déçu, vous pouvez tout à fait corriger en post-traitement la température de couleur afin d'obtenir plus de réalisme ou la modifier pour suivre votre humeur !

Pour régler la température de couleur, trois possibilités s'offrent à vous :

- Déroulez le menu situé à droite de ***BB*** afin de choisir l'une des options proposées : ***Auto***, ***Lumière naturelle***, etc.
- Activez l'outil ***Pipette*** pour sélectionner un pixel gris neutre dans l'image. Le gris neutre est le pixel central de la grille qui affiche un pourcentage identique de rouge, vert et bleu. Grâce à cette référence, le logiciel va recalculer les teintes de l'image.
- Déplacez le curseur ***Température*** vers la gauche, vers le bleu, pour refroidir

les couleurs, ou vers la droite, vers l'orangé pour les réchauffer. Rien ne vous oblige à respecter la bonne température de couleur. Le curseur ***Teinte***, quant à lui, modifie la teinte de l'image. Les résultats sont surprenants en poussant ce curseur aux extrêmes.

Figure 7-12. Trois possibilités pour parvenir au résultat souhaité.

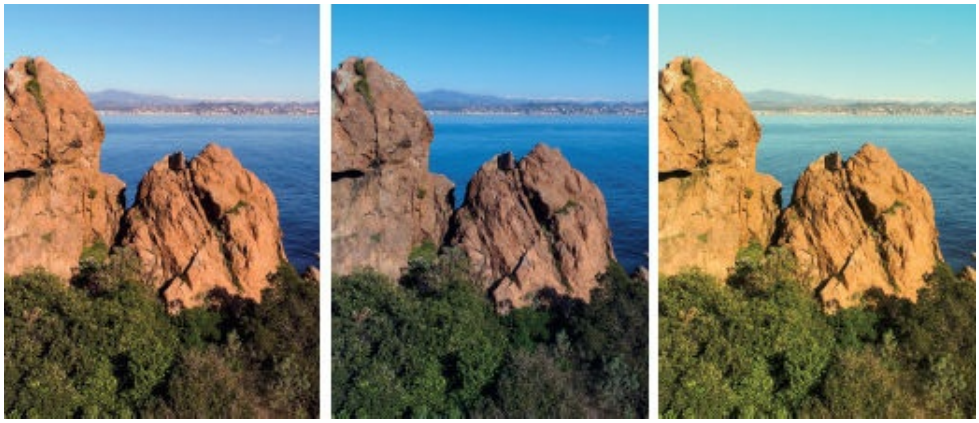


Figure 7-13. L'application de trois températures différentes sur la même photo donne trois résultats bien distincts.

Avis d'expert

La balance des blancs sur le Phantom a tendance à rendre les images un peu froides à mon goût. Je les réchauffe toujours en post-traitement, sans exagérer, parce que je préfère les couleurs naturelles. Cela leur donne un aspect immédiatement plus flatteur. Je commence par

essayer les paramètres proposés dans la fenêtre ***BB*** ou avec la pipette. Si cela ne me convient pas, j'affine avec le curseur.

Corriger l'exposition et le contraste

Si votre photo est globalement mal exposée comme dans l'exemple de la figure 7-14, une solution simple s'offre à vous. En effet, il suffit de déplacer le curseur d'exposition afin de retrouver la bonne luminosité, c'est-à-dire celle qui ne dérange pas l'œil.

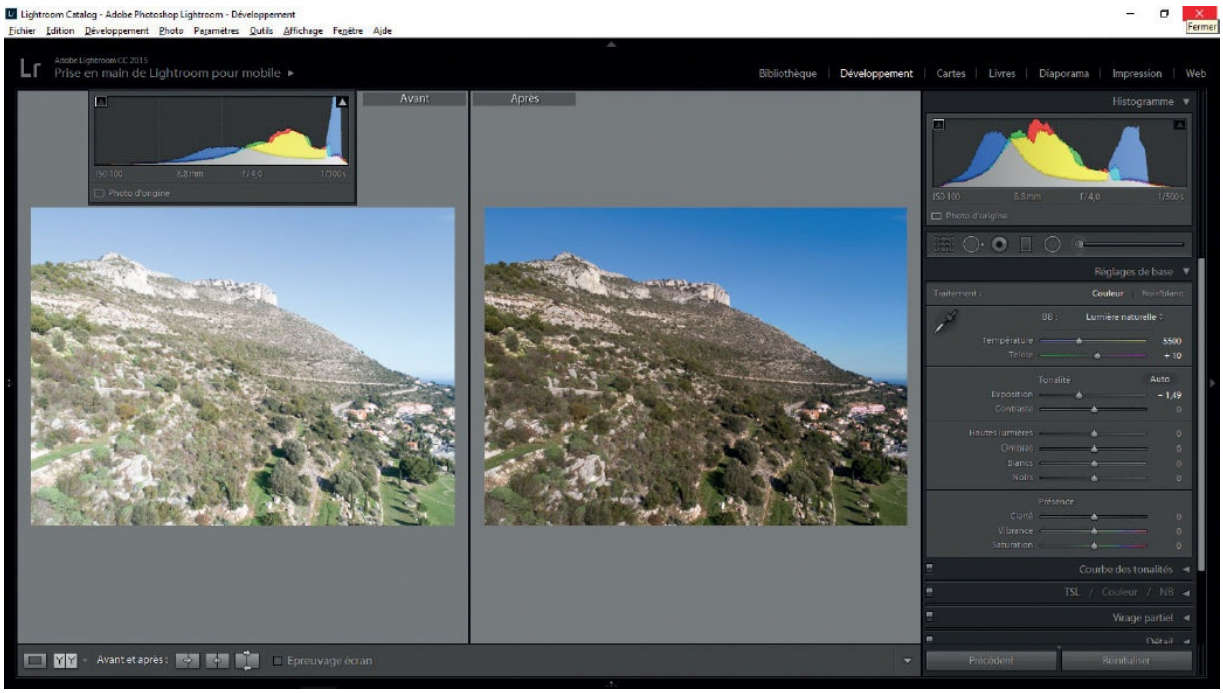


Figure 7-14. L'histogramme globalement décalé à droite (AVANT) traduit une surexposition. En poussant le curseur d'exposition vers la gauche, on va retrouver la bonne luminosité (APRÈS).

En augmentant globalement le contraste, on obtient encore plus de détails et de relief. D'une photo trop claire et fade, on a obtenu une image éclatante en déplaçant seulement deux curseurs.

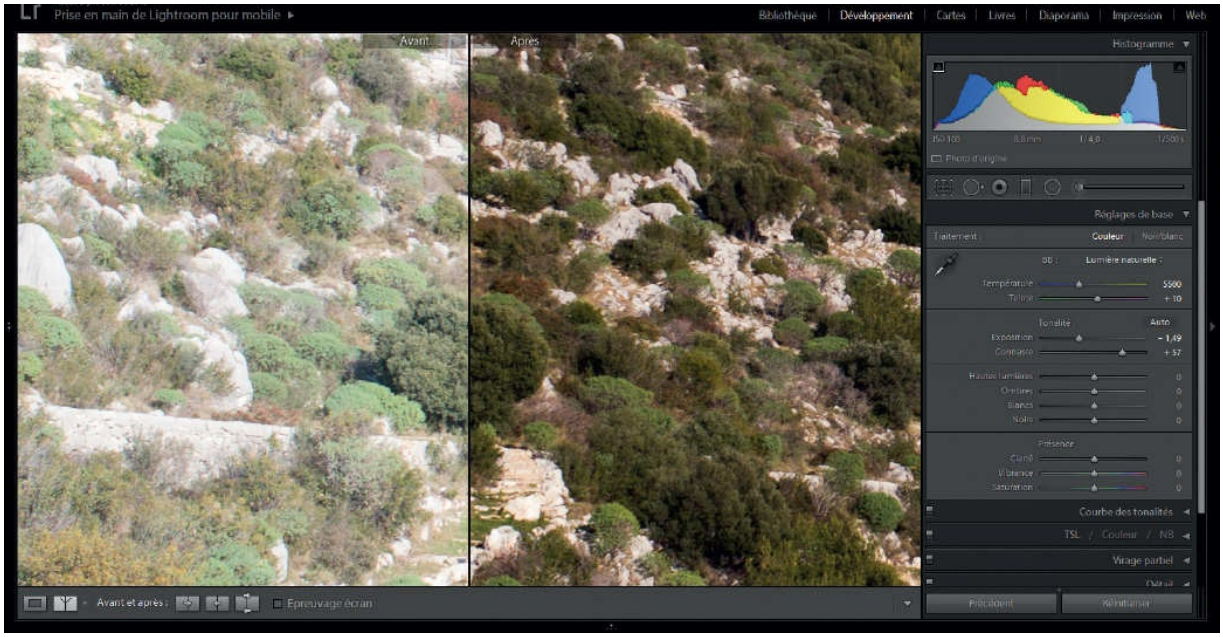


Figure 7-15. En poussant le curseur de contraste vers la droite, l'histogramme finit par occuper tout le spectre lumineux. On a amélioré le contraste.

L'omniprésence d'un ciel clair dans une photo aérienne pose un problème de choix d'exposition au shooting. Soit on expose pour les hautes lumières, ce que je préconise, soit on expose pour les basses lumières. Le résultat est souvent soit un sol sous-exposé (sombre), soit un ciel surexposé (trop clair). Pour corriger en post-traitement une zone de l'image mal exposée, vous disposez de quatre curseurs d'ajustement des tonalités pour jouer entre hautes et basses lumières et révéler des détails qui se cachaient dans l'image.

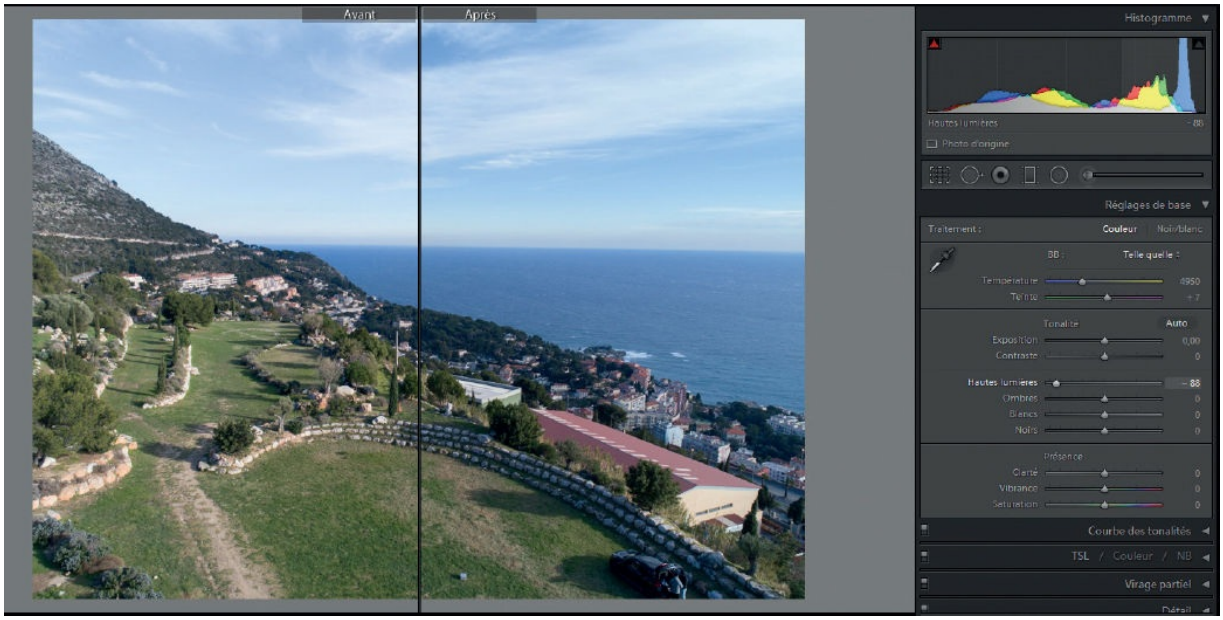


Figure 7-16. Sur cette photo surexposée dans le ciel, j'ai réussi à redonner un petit peu de densité au ciel en diminuant seulement les hautes lumières.

Figure 7-17. En poussant les ombres vers la droite, on obtient plus de détails sur les rochers au premier plan.

On retiendra qu'en limitant les hautes lumières (valeurs négatives), on peut rattraper un ciel « trop blanc » et qu'en diminuant les basses lumières (valeurs positives), on va révéler les détails d'une zone sombre. Lightroom propose également une autre méthode pour intervenir sur ces réglages, à savoir la courbe des tonalités, mais nous ne la développerons pas ici.

Les réglages de présence

Dernière étape de nos réglages de base pour un rendu encore plus éblouissant, nous allons à présent corriger la clarté, la vibrance et la saturation. Gardez à l'esprit qu'une photo RAW est terne. Après avoir procédé aux réglages précédents, on terminera par la clarté et la vibrance car c'est dans les tons moyens qu'on « sculpte » une image, en d'autres termes qu'on lui donne son caractère et sa force pour en faire une image « wouaow » !

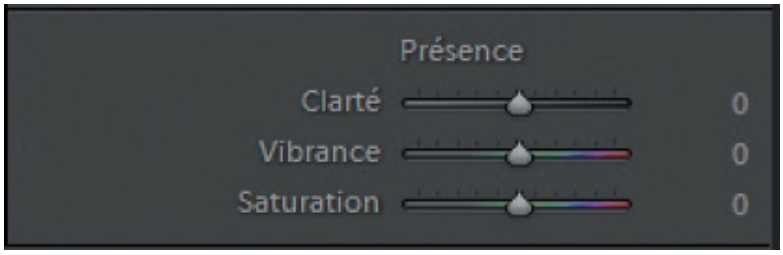


Figure 7-18. Les derniers curseurs du panneau de réglages de base.

On compare souvent clarté et contraste. Précisons tout de suite la différence. On parle de contraste lorsque l'œil distingue des contours plus nets et davantage de zones claires et foncées. Le contraire d'une image contrastée est une image aux tons uniformes. Le contraste s'applique à toute la gamme des tons tandis que la clarté ne s'applique qu'aux tons moyens (la zone « exposition » dans l'histogramme). La clarté, pour simplifier, est le curseur de contraste pour les tons intermédiaires. Si je déplace le curseur de clarté à l'extrême gauche, les contours les moins contrastés s'atténuent et ils deviennent flous.

Passons à la vibrance et à la saturation. La différence entre ces deux réglages est la même que celle entre clarté et contraste. La saturation s'applique globalement, à toute l'image. Si je pousse le curseur vers la droite, j'obtiens des couleurs pures (saturées). Si je le pousse vers la gauche, j'introduis du gris jusqu'à la monochromie en nuances de gris (désaturation). Toute l'image est modifiée de façon uniforme. La vibrance, quant à elle, ne s'applique qu'aux tons intermédiaires.

Sous le panneau des réglages de base, vous trouverez une liste d'autres panneaux pour accéder à des réglages plus avancés et plus spécialisés.

LES RÉGLAGES AVANCÉS

Quels sont les réglages qui concernent réellement la photo aérienne ? On va les trouver principalement dans les panneaux ***Détail***, ***Corrections de l'objectif*** et ***Effets***.

Netteté et réduction du bruit

Le panneau ***Détail*** propose deux options intéressantes.

- L'option ***Netteté*** va renforcer l'impression de netteté mais ne vous attendez pas à un miracle si votre photo est floue.
- L'option ***Réduction du bruit*** va adoucir le grain et les défauts dus à un manque de lumière ou un réglage de sensibilité trop élevé. Typiquement, les photos prises dans l'obscurité, à l'aube ou au crépuscule contiennent du bruit.

La plupart du temps le bruit n'altère pas la qualité de l'image et on ne le remarque même pas, sauf si l'on zoome dans les parties sombres de la photo pour rentrer dans le détail. On se rend compte alors que le bruit numérique gâche la photo en la rendant granuleuse.

En jouant sur deux curseurs, ***Gain*** pour la netteté et ***Luminance*** pour la réduction du bruit, on va rendre plus présentable la « bouillie » de pixels.

Figure 7-19. Cette photo (400 ISO f/3,2 1/40s), prise en intérieur à la lumière des lustres, présentait du bruit dans les parties sombres (elle est ici agrandie). Le résultat n'est pas miraculeux mais il améliore sensiblement l'image.

Redresser les perspectives

On a vu au début du chapitre que Lightroom dispose d'une base de données des objectifs photos très complète qui permet d'appliquer les corrections automatiquement. Mais cela ne suffit pas dans certaines circonstances. En général, la photo aérienne génère des déformations dans les perspectives et les lignes horizontales ou verticales. Pour redresser facilement les perspectives, vous utiliserez l'outil ***Transformation*** dans ***Corrections de l'objectif/Manuel***.

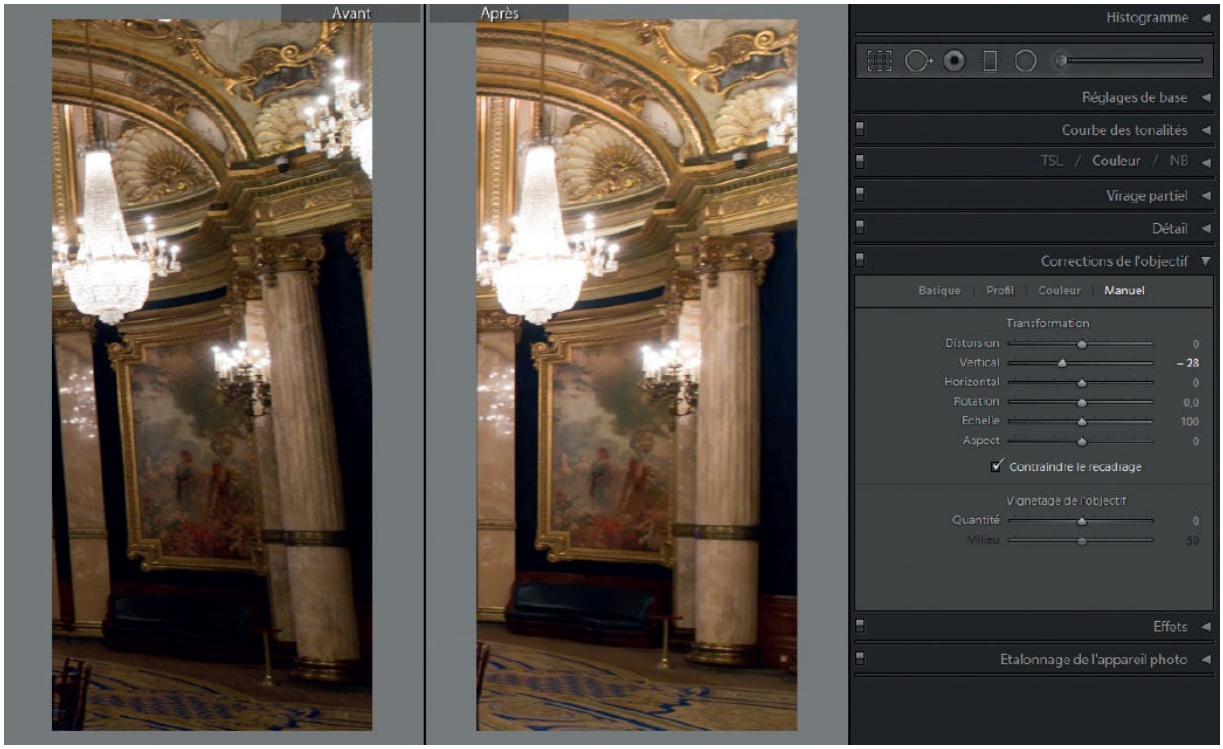


Figure 7-20. Les colonnes ont retrouvé leur rectitude grâce au curseur Vertical du panneau Transformation.

Correction du voile

En fonction des conditions météorologiques, la visibilité n'est pas toujours idéale. Lorsque l'humidité ou la pollution est importante, un voile plus ou moins opaque recouvre la photo. On peut améliorer la transparence de cette dernière grâce au réglage ***Correction du voile*** du panneau ***Effets***. Il supprime la brume du ciel, rend l'atmosphère plus transparente. Cet effet fonctionne bien sur presque toutes les photos. Faites le test.

Figure 7-21. Un coup de curseur à droite suffit pour lever le voile !

LA RETOUCHE LOCALE

Toujours plus ! Une fois que vous aurez terminé les corrections qui concernent la photo dans son ensemble, vous pourrez vous lancer dans la correction d'éléments particuliers. Pour ce faire, vous utiliserez la barre d'outils des retouches locales située sous l'histogramme (voir page 169).

Supprimer les défauts

Ce vilain lampadaire ou ce câble au milieu de l'image, cette poubelle au bord du chemin, ou vous-même au bord du cadre… sont autant d'éléments qui peuvent gâcher un peu la photo. Néanmoins, vous pourrez facilement les faire disparaître grâce à l'outil ***Suppression de défauts***.

Modifier l'apparence d'un élément

Lightroom propose le filtre gradué et le filtre radial pour modifier l'aspect d'une zone de l'image. Tous les réglages que nous avons utilisés jusqu'à présent sont également applicables à l'intérieur de ces filtres. Le ciel est

l’élément qui se prête le mieux pour commencer. Parfois surexposé par rapport au reste de l’image, et peu importe la raison, on va pouvoir intervenir en délimitant à l’aide du filtre gradué, la partie de ciel que l’on veut corriger. On pourra ainsi appliquer des réglages spécifiques aux pixels de cette zone sans altérer les réglages du reste de l’image. Ce filtre est réglable en taille et en orientation. À l’intérieur de la zone, vous pourrez appliquer soit des réglages prédéfinis, soit des réglages spécifiques.

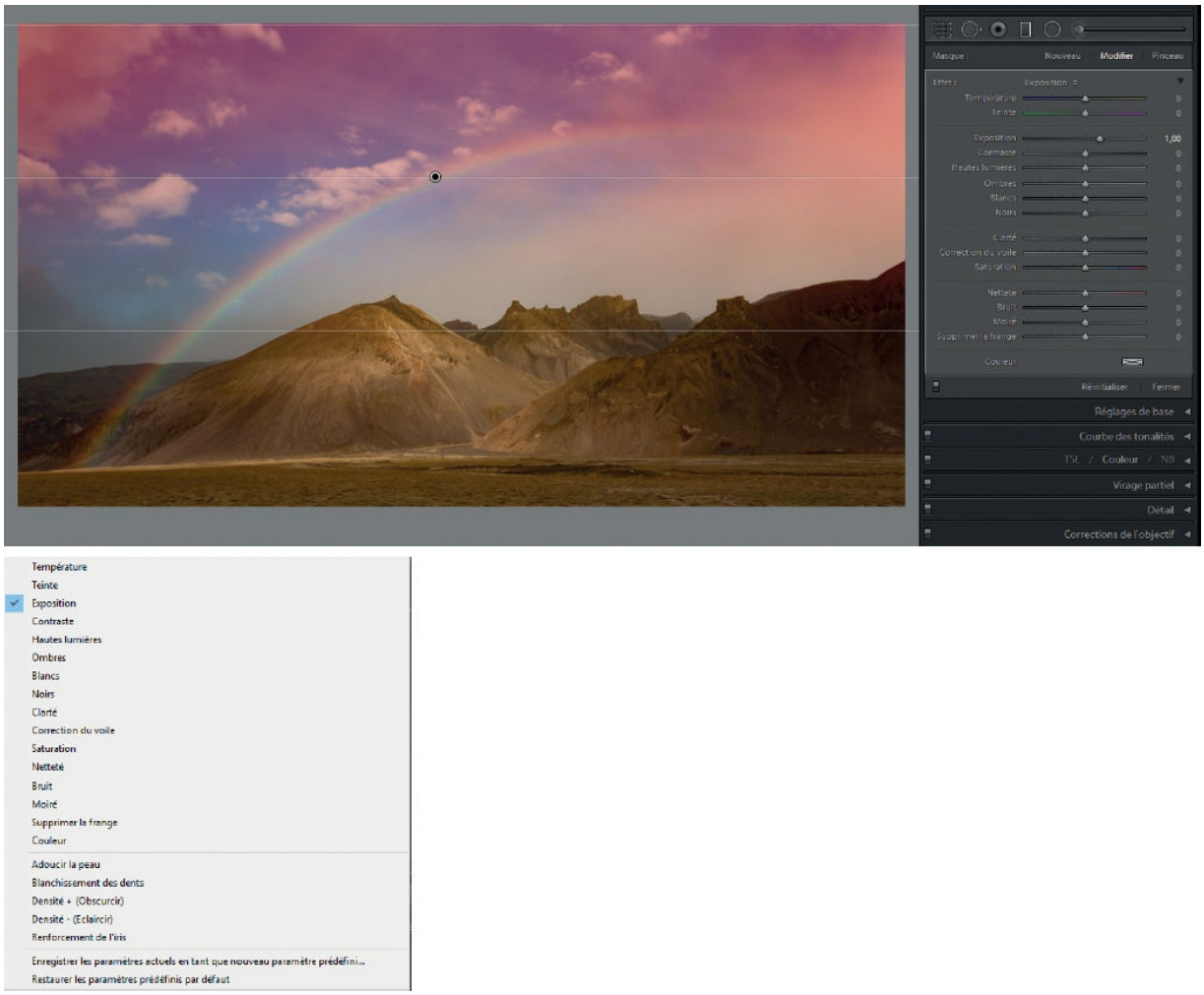


Figure 7-22. Lorsqu’un filtre est créé, le choix des réglages proposés est vaste.

Le filtre radial, permet quant à lui de dessiner une zone circulaire et d’appliquer à l’intérieur ou à l’extérieur toutes les corrections voulues.

Pour compléter ces filtres, Lightroom propose l’outil ***Pinceau de retouche***, qui s’avère encore plus indispensable que les filtres. Il est facile à manipuler parce que plus intuitif. Imaginons que vous vouliez retoucher seulement un

objet au premier plan (par exemple des arbres ou une maison) ou un point dans le décor (de l'eau, une forêt). Rien de plus facile : il suffit de régler le diamètre du pinceau en fonction de la surface de l'élément et de survoler ce dernier avec le pinceau. Une fois la zone délimitée, vous n'aurez plus qu'à appliquer les réglages voulus. Cet outil précis permet d'effectuer des retouches multiples. La précision se règle à l'aide d'options à activer ou non que nous ne les développerons pas ici.

Figure 7-23. Ce que permet la retouche numérique ne tient pas de la magie, mais presque. La photo originale était inexploitable (voir figure 7-17, version Avant). Après un traitement de base et des retouches locales, j'ai obtenu en moins de cinq minutes une photo présentable.

EXPORTER SES PHOTOS

Si vous avez choisi de prendre vos photos au format RAW, vous serez obligé d'exporter le résultat final dans un format de fichier lisible sur toutes les plates-formes. Quels paramètres choisir ?

Quel que soit votre logiciel, les possibilités d'export sont nombreuses. Si l'on se limite aux plus usuelles (.jpg, .png, .tiff, .psd, etc.), c'est en fonction du média de destination (écran ou papier) que vous devrez choisir les bons paramètres d'export (espace colorimétrique, dimension, définition, etc.).

Dans l’univers numérique

Pour tout ce qui est Web, e-mail, ordinateur, tablette et smartphone, le format JPEG convient tout à fait en spécifiant une qualité maximale ou 100 % et sRGB pour l’espace colorimétrique. Les dimensions de l’image sont ajustables sans modifier le ratio (L/H). Pour envoyer une image par e-mail, sur Instagram, Messenger ou encore Facebook, vous pouvez réduire sa taille et donc son poids. Si l’option ***Métadonnées*** est proposée dans l’export, limitez les informations qui seront attachées à votre photo en fonction de ce que vous voulez dévoiler : lieu, date, réglages photos.

Dans l’univers papier

Dans Lightroom, le module ***Impression*** vous permet d’imprimer sur votre imprimante ou de créer des fichiers à envoyer à un service d’impression. Votre photo sera exportée différemment selon qu’elle est destinée à un Mac ou un PC, le système d’exploitation utilisé sur cette plate-forme et selon l’imprimante.

La résolution d’impression

Le paramètre ***Résolution d’impression*** spécifie les pixels par pouce (ppp) de la photo pour l’imprimante. La valeur 240 ppp est adaptée à la plupart des travaux d’impression, y compris les impressions jet d’encre de haute qualité.

La netteté d’impression

L’option ***Netteté d’impression*** vous permet d’accentuer la netteté avant d’envoyer votre photo à l’imprimante. Dans la plupart des cas, vous pouvez conserver le réglage par défaut, à savoir ***Faible***, si vous êtes satisfait des résultats.

La qualité du papier

Ensuite, indiquez si vous imprimez sur un papier mat ou brillant. Le type de support papier spécifié dans le panneau ***Travaux d’impression*** est utilisé pour calculer la netteté d’impression.

La gestion des couleurs

Vous pouvez indiquer si vous préférez que ce soit le logiciel ou le pilote d’impression qui se charge de la gestion des couleurs d’impression. Si vous

souhaitez utiliser un profil colorimétrique personnalisé pour une combinaison d'imprimante et de papier spécifique, le logiciel se chargera de la gestion des couleurs. Dans ce cas, choisissez le profil de votre imprimante dans le menu ***Autres***. Dans le cas contraire, ou si vous ne savez pas quoi faire, choisissez ***Géré par l'imprimante*** pour qu'elle s'en charge.

Pour aller plus loin

Pour compléter cette prise en main de Lightroom, apprendre les fondamentaux et les techniques essentielles, consultez le site d'Adobe : https://helpx.adobe.com/fr/lightroom/tutorials.html

Le but de ce chapitre est de vous montrer par l'exemple qu'on peut améliorer facilement une photo à l'aide de quelques outils et que l'investissement temps nécessaire à leur compréhension et leur maîtrise en vaut vraiment la peine. Le sujet de ce livre ne permet pas d'approfondir la retouche numérique comme certains auraient pu le souhaiter. Aussi, je vous encourage à aller plus loin par vos propres moyens. Rejoignez les communautés d'utilisateurs pour avoir accès aux tutoriels souvent bien conçus qui vous permettront d'approfondir toutes les subtilités et les techniques du post-traitement numérique.

CHAPITRE 8

SÉCURITÉ, RÉGLEMENTATION ET DÉBOUCHÉS PROFESSIONNELS

Le drone est une activité de loisir en plein développement. Toutes les conditions sont donc réunies pour générer des comportements inadaptés, voire dangereux, qu'il devient nécessaire d'encadrer. Malheureusement, la loi collective ne saurait régler à elle seule la question de la sécurité si chacun de nous ne prend pas quelques précautions individuelles. Le but est de nous protéger et de nous permettre de voler jusqu'où commence (ou finit) la liberté des autres.

Les risques

L’utilisation d’un drone n’est pas sans risques, mais en adoptant une discipline, il est possible de les réduire au minimum, par exemple en entretenant son matériel et en ayant un comportement responsable. Apprendre à mieux connaître ces risques vous évitera des accidents et des incidents. Et savoir la conduite à tenir dans de telles situations minimisera leurs conséquences.

ACCIDENTS ET INCIDENTS

Le plus spectaculaire des accidents est sans aucun doute le crash, qui peut prendre différentes formes. Celui qui vient de suite à l’esprit est lorsque le drone s’écrase avec fracas au sol ou contre une paroi, ou s’abîme en mer ou dans un lac mais c’est moins fréquent. Les quelques secondes qui précèdent le crash sont intenses en stress pour le pilote, qui assiste impuissant à la scène. L’origine de cet accident est imputable au pilote, qui a commis une erreur et qui n’a pas pu ou su la rattraper, ou à une défaillance technique. Cette dernière est elle-même causée par une négligence du pilote ou une panne imprévisible du matériel.

Le plus grave des accidents est celui qui a pour conséquence des dommages corporels. Par exemple, les hélices, organe vital du drone, sont très dangereuses. Les blessures qu’elles infligent peuvent être très graves : il suffit de parcourir sur Internet les photos de ces blessures pour s’en convaincre. Selon leur taille, les hélices coupent comme des rasoirs ou des hachoirs. Et surtout, n’imaginez pas que les hélices souples ou de petite taille sont inoffensives. Sachez, par exemple, qu’une petite hélice de FPV racer de 5 pouces (12,7 cm) parcourt 39,878 cm par tour. Si elle tourne à 12 000 tours/min, elle atteint une vitesse de 287 km/h en bout de pale. Imaginez les dégâts qu’une hélice peut occasionner à une telle vitesse !

Les protège-hélices sont donc des accessoires indispensables si vous volez à proximité de personnes. Par ailleurs, pour réaliser des tests moteur ou des mises à jour de firmware, n’oubliez pas de retirer systématiquement les hélices. Et, au décollage et à l’atterrissage, maintenez une distance de sécurité de quelques mètres avec la machine.

Figure 8-1. Quand on vous dit que ça coupe !

Une batterie peut également prendre feu. C'est un risque bien réel à ne pas prendre à la légère. Lorsque la batterie est en charge, l'incendie peut se déclarer sans prévenir en cas de surcharge. C'est pourquoi il est imprudent de la laisser sans surveillance pendant cette opération, même dans un sac ou dans une boîte ignifugée, sait-on jamais ! Personne n'est à l'abri d'un tel incident – il suffit de visionner les vidéos de batteries qui pullulent sur YouTube.

Figure 8-2. Lors d'un crash, la batterie peut prendre feu.

Fautes de pilotage et imprudences

Fautes de pilotage et imprudences expliquent bien souvent les crashs ou accidents assimilés. Comme on l'a vu (voir chapitre 3), le pilotage, dans certaines situations, provoque des montées de stress. Dans ce cas, le pilote risque de prendre de mauvaises décisions, ou de ne rien faire du tout. Les

inversions de commandes, d'orientation, de mode de vol en sont les conséquences les plus fréquentes. Par exemple, la vitesse mal contrôlée génère des erreurs d'anticipation, qui conduisent inévitablement à la collision. Par ailleurs, les mauvaises conditions météo rendent le pilotage plus compliqué.

Figure 8-3. Quelle que soit la cause d'un crash, les dégâts sont importants et onéreux.

Il n'y a pas que les drones de loisir…

Si l'on en croit l'enquête de Craig Whitlock publiée dans le *Washington Post* du 20 juin 2014, les drones de loisir ne sont pas les seuls à tomber du ciel. Plus de 400 drones militaires se sont écrasés entre 2001 et 2013 et les erreurs de pilotage concerneraient une grande partie de ces accidents.

Source : www.washingtonpost.com/sf/investigative/2014/06/20/when-drones-fall-from-the-sky/?wpisrc=al_national.

Les défaillances techniques

Les défaillances techniques causées par la négligence du pilote sont plus fréquentes que l'on ne le pense.

Un problème de batterie

Les défaillances sont parfois imputables à une batterie vide ou partiellement chargée que l'on a oublié de vérifier avant ou pendant le vol. On rencontre plusieurs cas de figure.

- Avec une batterie radio trop faible, la radio cesse d'émettre. Ce n'est finalement pas si grave, car l'absence de signal déclenchera le retour automatique au point de décollage (*Return To Home* ou RTH).
- Avec une batterie d'émetteur vidéo trop faible, le retour vidéo ne vous parvient plus. Si vous n'aviez plus votre drone en vue, ce serait une catastrophe ! Il suffit là encore d'enclencher le RTH. Bien sûr, il vous faut avoir enregistré les points GPS au décollage et prier pour que le chemin du retour soit libre de tout obstacle (pylône, arbre, colline) en dessous de la hauteur de sécurité que vous avez paramétrée.
- Si la batterie principale du drone est vide, c'est la panne sèche, et un drone ne plane pas malheureusement… Vous allez donc assister impuissant à son retour au sol qui s'effectuera plus ou moins brutalement. Enclencher le *fail safe* (ou RTH) ne servirait à rien puisqu'il n'y a plus de carburant.

  Comment peut-on en arriver là ? Il est possible que la batterie ne soit qu'en partie chargée et qu'elle se soit vidée beaucoup plus rapidement que prévu. Ou vous avez peut-être volé plus longtemps que l'autonomie vous l'autorisait. Quoi qu'il en soit, cela revient au même. Pour éviter ce problème, n'oubliez pas de rester attentif aux informations affichées en temps réel sur votre retour vidéo. La capacité et la consommation de la batterie sont en effet des informations essentielles qu'il convient de vérifier fréquemment et régulièrement pendant le vol.
- La batterie arrive en fin de vie sans vraiment prévenir. Dans ce cas, surveillez que la tension ne chute pas brutalement en plein vol.

  Comment éviter cet incident dont les conséquences seront plus ou moins graves selon l'endroit où il survient ? La seule attitude à avoir quand une batterie présente le moindre signe de fatigue est de la mettre au rebut, par exemple dès que la durée de vol diminue par rapport à la durée habituelle ou que l'équilibrage des cellules n'est plus satisfaisant. Surtout, ne tentez pas le diable car vous prendriez des risques inutiles.

Figure 8-4. Si la batterie n’alimente plus l’appareil, cela entraîne sa chute. C’est ce qui est arrivé au drone Karma en 2016 : GoPro a été obligé de rappeler 2 500 drones et a remboursé les acheteurs, le temps de mener une enquête approfondie sur l’origine de la panne.

Gérer l’autonomie

Il convient de se fixer une limite et une marge de sécurité et de s’y tenir absolument. À mes débuts, je calculais l’autonomie réelle de mes batteries en minutes de vol. Ainsi, au bout de 8 min, je savais qu’il me restait théoriquement 30 % de capacité et une tension de 3,7 V en moyenne par cellule. C’était la limite que je m’étais fixée pour ménager la durée de vie des batteries et conserver une marge de sécurité en cas d’imprévu. N’ayant pas d’OSD pour m’indiquer les paramètres du vol dont le niveau de la batterie, c’était une première alarme sur ma radio qui me prévenait qu’il était temps de rentrer, une première fois à 6 min et, une seconde fois, à 7 min. Aujourd’hui, l’information dont dispose le pilote d’un drone de dernière génération est très complète. En effet, l’écran affiche une gestion intelligente de l’autonomie grâce à la capacité restante en pourcentage, la tension moyenne des cellules, les temps de vol restants avant l’alerte de sécurité et l’atterrissage forcé. Pour ma part, je m’efforce de ne jamais atterrir sous les 20 % et, dans tous les cas, d’être prêt à me poser sur une zone sécurisée à partir de 30 %.

Un problème d’hélices

Les défaillances imputables aux hélices conduisent le plus souvent au crash après une perte de contrôle de l’engin, avec toutes les conséquences que l’on peut imaginer. Il n’est pas rare que des hélices se cassent ou se dévissent en vol, du fait le plus souvent de la négligence du pilote. Seule une vérification systématique, avant chaque vol, de l’intégrité et de la fixation permet de les éviter.

Vu que c’est l’hélice qui assure la portance, la stabilité et l’équilibre de la machine, la configuration minimale qui permet d’éviter le crash en cas de perte d’une hélice (ou panne d’un moteur) est l’hexacoptère. Avec cinq hélices

sur six, cet appareil est encore capable de voler grâce au travail de la carte de vol. Avec trois hélices sur quatre, un quadricoptère est, lui, incapable de voler.

Un problème de contact

Un faux contact, un court-circuit, une mauvaise soudure, un fil usé, coupé, débranché, etc., sont autant de causes possibles qui conduisent à la défaillance technique. Seule une inspection visuelle régulière prévient la survenance de tels incidents.

Figure 8-5. Ouvrez la bête de temps en temps pour vérifier les câbles, les soudures, l'oxydation…

L'imprévisible

Pour finir de gâcher votre insouciance, sachez qu'il existe des défaillances techniques imprévisibles. C'est le cas, par exemple, de l'usure normale, d'un défaut ou vice de fabrication, d'une obsolescence programmée, et de tous les éléments qui constituent le drone et qui sont susceptibles de tomber en panne sans prévenir (moteurs, ESC, composants électroniques, etc.).

L'imprévu le plus perturbant est le fly-away. Le drone décide alors de s'éloigner et de ne plus répondre à vos ordres jusqu'à disparaître hors de vue. Cela se termine généralement par un crash lorsque la batterie est vide ou que le drone rencontre un obstacle sur sa route.

Les raisons de ce type d'incident sont encore mal connues. Les plus communément évoquées seraient une perte de liaison radio qui entraînerait un RTH sur la base de mauvaises informations GPS, ou encore des problèmes de capteurs qui enverraient des informations erronées au contrôleur de vol.

Tout peut donc arriver. Et prenez garde aux attaques d'oiseaux, de chiens téméraires, de voisins atrabilaires, etc.

Figure 8-6. En période de nidification, les volatiles sont téméraires et agressifs envers le drone.

Avis d'expert

Certes, je ne peux parler que de mon expérience et de celle de mes amis qui utilisent comme moi et depuis des années les systèmes DJI. Cependant sachez que la survenance d'un fly-away est rarissime, d'une probabilité infime et bien moindre que les crashs dus à une défaillance technique.

Pour ma part, je trouve plus rassurant d'imputer un crash à une erreur de pilotage plutôt qu'à la fiabilité du matériel. L'erreur humaine identifiée, acceptée et analysée fait progresser le pilote. Encore faut-il pouvoir déterminer précisément la cause de l'accident pour éviter cette situation. Pour cette raison, il est important de retrouver le drone afin d'essayer de comprendre ce qui s'est passé. Et les leçons de l'expérience limitent le stress pour les futurs vols.

Que faire en cas d'urgence ?

Certaines situations exceptionnelles doivent entraîner la mise en œuvre de

procédures de sauvegarde.

- En cas de mauvais contrôle sur la manœuvre de l'aéronef ou de survenance d'un risque non prévu, enclenchez la procédure de maintien en vol stationnaire au point fixe à l'aide du GPS. L'appareil se trouve alors à une hauteur minimale compatible avec la sécurité des personnes et des biens qui sont dans la zone de vol. Le télépilote décide alors de poursuivre ou d'interrompre le vol en fonction des circonstances.
- En cas de perte totale ou partielle du contrôle de l'aéronef, enclenchez la fonction RTH pour prévenir de la chute de l'aéronef ou la collision avec des obstacles présents sur sa trajectoire. Ce mécanisme automatise le retour et l'atterrissage en douceur au point de départ.
- En cas d'anomalie de fonctionnement constatée en vol, qui n'entraîne pas d'altération de la manœuvrabilité, prévoyez l'atterrissage immédiat au point de départ ou dans la zone la plus proche de l'aéronef.
- En cas de crash imminent, la seule chose à faire est de tenter de maintenir le drone dans une zone de sécurité et d'alerter du danger toute personne présente aux alentours. Par ailleurs, ne perdez pas de vue le point d'impact afin de constater les dégâts et ramasser les morceaux.

L'ENTRETIEN DU MATÉRIEL

Pour limiter les risques d'accident liés au matériel, il convient de veiller à maintenir l'appareil en bon état et à remplacer un élément dès qu'il présente des signes d'usure.

Avant chaque vol

Voici ce que vous devez vérifier avant le décollage – établissez votre propre check-list selon votre modèle de drone pour ne rien oublier :

- l'état général de l'aéronef au niveau de la structure du châssis et de ses fixations d'assemblage, l'état des hélices, leur serrage, les fils électriques, les soudures et la connectique. Vous procéderez à leur entretien ou réparation si nécessaire ;
- l'état de charge des batteries et les prises d'alimentation ;
- le niveau de charge de la radiocommande et la liaison radio.

La maintenance régulière

Les organes vitaux de la machine doivent être régulièrement examinés et entretenus.

- **Le contrôle du circuit électrique :** vérifiez le bon fonctionnement des contrôleurs (ESC) et changez-les après 150 heures de vol (soit 600 vols de 15 min). Regardez l'état des fils, des soudures et des divers connecteurs et remplacez-les s'ils ne présentent pas un aspect parfait.
- **L'entretien de la carte de vol** : effectuez les nouvelles mises à jour du firmware proposées par le constructeur et vérifiez-les au cours d'un vol d'essai pour vous assurer qu'elles ne génèrent pas de bugs inattendus. Recalibrez le compas régulièrement et chaque fois que vous volez à plus de 50 km du lieu du précédent vol.
- **L'entretien de l'IMU :** au fur et à mesure de son utilisation, l'IMU (*Inertial Measurement Unit*, centrale à inertie) de votre drone accumule des petites erreurs internes qui le rendent moins performant, moins stable. C'est pourquoi il faut procéder régulièrement à sa calibration qui est une procédure automatique qui se lance depuis l'application de gestion du drone.
- **L'entretien des moteurs :** contrôlez l'état des roulements et changez-les s'ils présentent un bruit caractéristique suspect ou dès lors qu'ils ont effectué plus de 150 heures de vol. Éliminez les saletés et la poussière à l'intérieur de la cloche avec une brosse à poils doux ou de l'air sous pression.
- **L'entretien des batteries :** stockez-les à 40 % de leur charge maximale. La veille du vol, pensez à les mettre en charge lente avec équilibrage. Les batteries ont une durée de vie limitée (de 50 à 100 cycles au maximum) et des propriétés variables d'une série à l'autre. Dès lors que l'une d'entre elles est déséquilibrée ou se décharge rapidement en vol, elle doit être recyclée. Il est conseillé de rôder – c'est-à-dire limiter la décharge jusqu'à 40 % pendant une dizaine de vols – une batterie neuve pour prolonger sa durée de vie. Par la suite, ne descendez pas en dessous de 20 % pour préserver les qualités physico-chimiques de votre batterie LiPo. Par ailleurs, le firmware des Smart Battery (type Mavic et Phantom) doit être mis à jour pour profiter des dernières améliorations et corrections de bugs.
- **L'entretien des hélices :** nettoyez les deux faces avec un chiffon doux et humide pour éliminer les traces de sang séché d'insectes, d'herbe coupée, de terre et de poussière.

Voici enfin la marche à suivre en cas de choc ou de chute de votre drone.

- Inspectez le châssis sous toutes les coutures. Vérifiez l'état des bras et des platines, la coque, les supports moteur, le bon serrage des vis de fixation. Remplacez les éléments présentant des marques ou des défauts pouvant nuire à la capacité de vol de l'appareil. À chaque changement d'un ou plusieurs éléments, procédez à des tests en vol avant une réutilisation normale.
- Dans de telles situations, la nacelle et la caméra sont en première ligne et sont donc particulièrement vulnérables. Contrôlez de ce fait l'état des câbles, des branchements, du bon serrage des vis de fixation. Les axes et les moteurs doivent s'articuler sans point dur. Après initialisation, il faut que la nacelle s'autostabilise parfaitement sur l'horizon. Recalibrez l'IMU. Nettoyez la lentille de la caméra si besoin et mettez à jour les firmwares respectifs.

LES BONNES HABITUDES À PRENDRE

La visite prévol est une mesure de sécurité que chaque droniste doit s'imposer. Il s'agit des vérifications à effectuer avant chaque vol. Il ne vous faudra que quelques dizaines de secondes pour inspecter le bon état de fonctionnement de votre machine et de ses accessoires, après s'être assuré que les conditions extérieures permettent de voler sans risques pour les personnes, les biens et la machine.

La météo

La météo est déterminante pour filmer ou photographier et elle l'est tout autant pour voler. Quelles sont les conditions météo qui empêchent de voler en toute sécurité et pour lesquelles il vaut mieux laisser le drone au sol ?

Voler sous la pluie est fortement déconseillé pour des raisons évidentes de court-circuit. Même si les composants électriques sont protégés de l'humidité et parfois étanches, ils n'ont pas été conçus pour fonctionner dans une atmosphère 100 % humide. Par ailleurs, les gouttes sur l'objectif ruineront toute tentative de prise de vues, et ce sera le même problème avec la brume. Il est certes tentant de réaliser de belles images dans la brume, mais sachez que l'humidité va se condenser sur les parties chaudes et ruisseler dans les circuits électriques. En revanche, rien de vous empêche de sortir votre drone sous quelques flocons de neige.

Le vent, au-delà d'une certaine force qui dépend du poids du drone et de sa

puissance, rend les vols dangereux. Au-dessus de 30 km/h, on admet qu'il vaut mieux laisser le drone au sol.

La reconnaissance préalable de la zone de vol

Adoptez obligatoirement ce comportement de bon sens qui consiste à analyser visuellement les obstacles présents dans la zone, les structures et dispositifs potentiellement générateurs de brouillage d'ondes radio, la distance avec des immeubles d'habitation, des bureaux et d'autres bâtiments, la présence d'activités humaines à proximité. Reportez-vous à la réglementation si vous avez un doute, à la section « Voler en conformité avec la loi ». Grâce à ce tour d'horizon, vous serez en mesure de définir quelle est la hauteur minimale de RTH à enregistrer avant le décollage.

Établir une check-list

Pour ne rien laisser au hasard, une check-list est essentielle afin de s'y référer avant chaque vol. Le pilote d'avion suit scrupuleusement et séquentiellement une procédure de vérifications et de contrôles avant chaque départ, alors pourquoi pas vous ?

Tableau 8-1. Modèle de check-list.

VÉRIFIER L'INTÉGRITÉ DU CHÂSSIS ET DES BRAS.	Il ne doit pas y avoir de fissures.	Les changer si besoin.
VÉRIFIER LES POINTS DE FIXATION DES BRAS.	Il ne doit pas y avoir de jeu.	Les resserrer si besoin.
VÉRIFIER LES SOUDURES ET LES CONNECTEURS.	Il ne doit pas y avoir de faux contacts.	Les refaire si nécessaire.
VÉRIFIER LES HÉLICES.	Elles ne doivent être ni abîmées ni sales.	Les nettoyer ou les changer le cas échéant.

VÉRIFIER LE SENS DES HÉLICES (CW ET CCW).	Le sens doit être conforme à la notice du constructeur.	Les changer si une erreur de montage a été commise.
VÉRIFIER LA FERMETÉ DU POINT D'ATTACHE DE CHAQUE HÉLICE.	Il ne doit pas être desserré ni endommagé.	Les resserrer si besoin ou en changer.
VÉRIFIER LES VIS DE FIXATION DES MOTEURS.	Elles ne doivent pas être desserrées.	Les resserrer si besoin.
VÉRIFIER LA PROPRETÉ INTERNE DES MOTEURS.	Il ne doit pas y avoir de particules à l'intérieur.	Les nettoyer si nécessaire.
VÉRIFIER LES VIS DE FIXATION DE LA NACELLE.	Elles ne doivent pas être desserrées.	Les resserrer si besoin.
VÉRIFIER LES BRANCHEMENTS DE LA NACELLE.	Il ne doit pas y avoir de faux contacts.	Refaire les branchements si besoin.
VÉRIFIER LA FIXATION ET LE CENTRAGE DE LA CAMÉRA. VÉRIFIER LA FIXATION DE L'ANTENNE.	Elles ne doivent pas être desserrées.	Les resserrer si besoin.
VÉRIFIER L'ÉTAT DE CHARGE DE LA BATTERIE.	Il doit y avoir une capacité suffisante pour le vol planifié.	La changer ou la recharger si nécessaire.
FIXER LA	Il ne doit pas y avoir	

BATTERIE SUR LE DRONE.	de jeu.	La resserrer si besoin.
ALLUMER LA RADIOCOMMANDE. VÉRIFIER L'ÉTAT DE CHARGE DE LA BATTERIE.	Il doit y avoir une capacité supérieure à 50 %.	La changer ou la recharger si nécessaire.
	Vérifier que la radio est sur l'aéro-modèle utilisé.	Le corriger le cas échéant.
BRANCHER LA BATTERIE DU DRONE (ET CELLE DE LA CAMÉRA SI SON ALIMENTATION EST DISTINCTE).	Vérifier le bon déroulement de l'initialisation à l'aide des bips et des LED, ou sur votre écran de contrôle.	Remédier aux problèmes si besoin.
VÉRIFIER LA RÉCEPTION DU SIGNAL VIDÉO.	Il doit être de bonne qualité. La batterie de l'écran de contrôle ou des lunettes FPV doit avoir une capacité suffisante pour le vol planifié.	La changer ou la recharger si nécessaire.
	Vérifier les informations (acquisition satellite, niveau de charge de la batterie) et les alertes sur l'écran de contrôle.	Calibrer le compas si nécessaire.
	Les modes de vol doivent s'afficher sur chaque position d'interrupteur radio. Contrôler le débattement de la	Débrancher et rallumer le drone le cas échéant pour recommencer la procédure

	nacelle.	d'initialisation.
FIN DE LA VISITE PRÉVOL, VÉRIFIER LA ZONE DE DÉCOLLAGE ET ARMER LES MOTEURS.	Aucune anomalie de comportement ou sonore ne doit être constatée.	Stopper les moteurs dans le cas contraire.
DÉCOLLAGE, PUIS VOL STATIONNAIRE DE 15 S POUR REGARDER ET ÉCOUTER LE BON FONCTIONNEMENT DU DRONE.	Aucune anomalie de comportement ou sonore ne doit être constatée.	Atterrir immédiatement et stopper les moteurs dans le cas contraire.

Servez-vous de cette liste comme modèle pour établir la vôtre. Après quelques vols, cette étape deviendra automatique.

Figure 8-7. Une étape de la check-list : brancher la batterie.

La réglementation

L'utilisation en extérieur d'engins volants, même de petite taille et non habités, est considérée comme une activité aérienne et relève donc de la réglementation applicable à l'aviation civile. Pour cette raison, la Direction générale de l'aviation civile a rapidement élaboré une réglementation propre aux drones et, dès 2012, les textes la définissant sont entrés en vigueur – par la suite, ils ont été revus et complétés.

Cette réglementation s'applique donc à nos caméras-drones de loisir. Elle fait référence à des connaissances aéronautiques que n'ont pas la grande majorité des télépilotes de loisir. Mais, conscientes des difficultés de compréhension que de tels textes poseraient, l'administration et la FFAM les ont accompagnés de guides très clairs au format PDF – je les reprends dans cette section. Néanmoins, je vous conseille de vous référer aux documents originaux disponibles sur le site web www.developpement-durable.gouv.fr/Drones-civils-loisir-activite, car ces textes sont susceptibles d'évoluer.

DRONES CIVILS : LOISIR OU ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE ?

Deux textes du 17 décembre 2015 définissent la réglementation de sécurité pour l'usage des aéronefs civils non habités :

- un arrêté relatif à la conception, aux conditions d'utilisation et aux qualifications des télépilotes ;
- un arrêté relatif aux conditions d'insertion dans l'espace aérien.

Tous deux distinguent trois régimes en fonction, non pas des machines elles-mêmes, mais de l'emploi qui en est fait. Lorsque celle-ci est limitée au loisir ou à la compétition, on parle d'aéromodélisme. Pour les utilisations autres que le loisir ou la compétition, qu'elles donnent lieu ou non à une transaction commerciale, il est question d'activités particulières ou d'expérimentation. Ces activités sont soumises à des exigences spécifiques et nécessitent généralement la détention d'autorisations délivrées par la DGAC. Pour ces catégories d'usage des drones, voyez à la fin de ce chapitre la section « Devenir professionnel ».

UNE QUESTION DE VOCABULAIRE

Notez que le terme « drone », couramment employé, n'apparaît pas dans la réglementation. Pour vous y retrouver, voici donc quelques définitions.

- Le terme **aéronef** désigne tout engin volant, comme un avion, un planeur, un hélicoptère, un multicoptère, une montgolfière ou un dirigeable.
- **Aéronef qui circule sans personne à bord :** c'est ainsi que la réglementation définit les engins volants non habités. C'est l'équivalent de l'anglais UAV *(Unmanned Air Vehicle)* ou UAS *(Unmanned Aircraft System)*. Le pilote n'étant pas à bord et contrôlant l'appareil à distance, la réglementation parle aussi d'aéronef télépiloté, ou RPAS *(Remotely Piloted Aircraft System)*.
- Les aéronefs non habités utilisés à des fins de loisir ou de compétition sont appelés « **aéromodèles** ». Ils couvrent une gamme d'appareils dans laquelle les drones achetés dans les rayons de jouets ou de matériel high-tech et utilisés pour le loisir ou la compétition rejoignent les modèles réduits connus et réglementés depuis des dizaines d'années.

VOLER EN CONFORMITÉ AVEC LA LOI

La notice officielle résume de manière succincte dix principes pour voler en conformité avec la loi. Ce document est à télécharger à cette adresse : www.developpement-durable.gouv.fr/Drones-civils-loisir-aeromodelisme.html.

Une carte interactive des restrictions pour les drones de loisir a été mise en ligne en 2016 sur le site Géoportail (https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/restrictions-pour-drones-de-loisir).

Pour aller plus loin

En complément, la lecture du guide *Aéromodélisme : modèles réduits et drones de loisir*, beaucoup plus détaillé, est vivement recommandée à tout propriétaire de drone ainsi qu'aux parents ou tuteurs de télépilotes mineurs.

Vous trouverez sur les pages suivantes des extraits de la version de janvier 2017, dont la dernière version est téléchargeable à cette adresse : www.developpement-durable.gouv.fr/Modeles-reduits-et-drones-de.html.

Usage d'un drone de loisir

Assurer la sécurité des personnes et des autres aéronefs est de votre responsabilité

1. Je ne survole pas les personnes.
2. Je respecte les hauteurs maximales de vol.
3. Je ne perds jamais mon drone de vue et je ne l'utilise pas la nuit.
4. Je n'utilise pas mon drone au-dessus de l'espace public en agglomération.
5. Je n'utilise pas mon drone à proximité des aérodromes.
6. Je ne survole pas de sites sensibles ou protégés.
7. Je respecte la vie privée des autres.
8. Je ne diffuse pas mes prises de vues sans l'accord des personnes concernées et je n'en fais pas une utilisation commerciale.
9. Je vérifie dans quelles conditions je suis assuré pour la pratique de cette activité.
10. En cas de doute, je me renseigne.

L'utilisation d'un drone dans des conditions d'utilisation non conformes aux règles édictées pour assurer la sécurité est passible d'un an d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende en vertu de l'article L. 6232-4 du code des transports.
Faire survoler par un drone une portion du territoire français en violation d'une interdiction de survol est passible de 45 000 euros d'amende, 1 an de prison, et de la confiscation du drone en vertu des articles L. 6232-12 et L 6232-13 du code des transports.

Règles d'un bon usage d'un drone de loisir
Pour plus d'information rendez-vous sur le site de la direction générale de l'Aviation civile :
www.developpement-durable.gouv.fr/- Drones-aeronefs-telepilotes-.html

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

dgac

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

www.developpement-durable.gouv.fr

Figure 8-8. Photocopiez ou téléchargez ce document afin de l’avoir en permanence avec vous. Vous pourrez ainsi vous y référer en cas de besoin.

1

JE NE SURVOLE PAS LES PERSONNES

J'utilise mon drone en veillant à ne pas mettre en danger les personnes et les véhicules à proximité. Je ne les survole pas et conserve une distance minimale de sécurité. Je reste bien éloigné de tout rassemblement de personnes.

2

JE RESPECTE LES HAUTEURS MAXIMALES DE VOL

En dehors des sites d'aéromodélisme autorisés, la hauteur maximale d'évolution est fixée à 150 mètres par défaut mais elle est inférieure aux abords des aérodromes et dans certaines zones d'entraînement de l'aviation militaire pendant leurs horaires d'activation. Je respecte toujours ces hauteurs maximales afin de limiter les risques de collision entre mon drone et un aéronef. Avant tout vol, je vérifie la hauteur maximale autorisée à l'endroit où je souhaite faire manœuvrer mon drone sur http://www.geoportail.gouv.fr/donnees/restrictions-pour-drones-de-loisir. Dans tous les cas, je n'entreprends pas un vol ou j'interromps un vol en cours, si un aéronef se trouve à proximité.

3

JE NE PERDS JAMAIS MON DRONE DE VUE ET JE NE L'UTILISE PAS LA NUIT

Je conserve mon drone à une distance telle qu'il reste facilement visible à l'œil nu et je le garde à tout instant dans mon champ de vision. Les vols en immersion (FPV) et l'utilisation de drones suiveurs sont toutefois possibles sous certaines conditions nécessitant notamment la présence d'une seconde personne pour assurer la sécurité.
Par ailleurs, afin d'assurer la sécurité des aéronefs volant à basse altitude, comme les hélicoptères réalisant des opérations de secours, la réglementation interdit l'utilisation de drones la nuit, même s'ils sont équipés de dispositifs lumineux.

4

JE NE FAIS PAS VOLER MON DRONE AU-DESSUS DE L'ESPACE PUBLIC EN AGGLOMÉRATION

En agglomération, le survol de mon espace privé avec un drone de petite taille et sans présence de public est possible sous réserve de respecter une vitesse et une hauteur maximale adaptées à l'environnement immédiat (bâtiments, arbres, ...) et permettant de limiter les risques en cas de perte de contrôle. Je n'utilise en aucun cas mon drone au-dessus de l'espace public.

5

JE N'UTILISE PAS MON DRONE À PROXIMITÉ DES AÉRODROMES

Je n'utilise pas mon drone à proximité de tout terrain d'aviation pouvant accueillir avions, hélicoptères, planeurs, ULM, etc. Des distances minimales d'éloignement sont à respecter et peuvent atteindre 10 km pour les aérodromes les plus importants.

6

JE NE SURVOLE PAS DE SITES SENSIBLES

Certains sites sensibles ou protégés ainsi que leurs abords sont interdits de survol. Il s'agit par exemple des centrales nucléaires, de terrains militaires, de monuments historiques ou encore de réserves naturelles et parcs nationaux. Je me renseigne sur l'existence de tels sites avant d'entreprendre un vol.

7

JE RESPECTE LA VIE PRIVÉE DES AUTRES

Les personnes autour de moi et de mon drone doivent être informées de ce que je fais, en particulier si mon drone est équipé d'une caméra ou de tout autre capteur susceptible d'enregistrer des données les concernant. J'informe les personnes présentes, je réponds à leurs questions et je respecte leur droit à la vie privée. Je m'abstiens d'enregistrer des images permettant de reconnaître ou identifier les personnes (visages, plaques d'immatriculation...) sans leur autorisation.

8

JE NE DIFFUSE PAS MES PRISES DE VUES SANS L'ACCORD DES PERSONNES CONCERNÉES ET JE N'EN FAIS PAS UNE UTILISATION COMMERCIALE

Toute diffusion d'image doit faire l'objet d'une autorisation des personnes concernées ou du propriétaire dans le cas d'un espace privé (maison, jardin, etc.) et doit respecter la législation en vigueur (notamment la Loi du 6 janvier 1978 modifiée dite « Informatique et Libertés »).
Toute utilisation de drone dont l'objectif est l'acquisition de prises de vues destinées à une exploitation commerciale ou professionnelle est soumise à des exigences spécifiques et nécessite la détention d'autorisations délivrées par la direction générale de l'Aviation civile.

9

JE VÉRIFIE DANS QUELLES CONDITIONS JE SUIS ASSURÉ POUR LA PRATIQUE DE CETTE ACTIVITÉ

Ma responsabilité peut être engagée en cas de dommages causés aux autres aéronefs, aux personnes et aux biens à la surface. Si je n'ai pas contracté d'assurance spécifique, je vérifie les clauses de mon contrat responsabilité civile.

10

EN CAS DE DOUTE, JE ME RENSEIGNE

Consulter le guide consacré à l'aéromodélisme sur le site de la direction générale de l'Aviation civile pour plus d'informations sur les conditions d'utilisation des drones de loisirs.

Les fédérations d'utilisateurs ainsi que la Commission nationale de l'informatique et des libertés sont également des sources d'information utiles.
DGAC (direction générale de l'Aviation civile) : www.developpement-durable.gouv.fr/-Drones-aeronefs-telepilotes-.html
CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés) : www.cnil.fr
FFAM (Fédération Française d'AéroModélisme) : www.ffam.asso.fr
FPDC (Fédération Professionnelle du Drone Civil) : www.federation-drone.org
FFD (Fédération Française du Drone) : www.federation-francaise-drone.com

Références réglementaires :
Arrêté du 17 décembre 2015 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord.
Arrêté du 17 décembre 2015 relatif à la conception des aéronefs civils qui circulent sans personne à bord, aux conditions de leur emploi et aux capacités requises des personnes qui les utilisent.

Plus d'informations disponibles sur le site de la Direction générale de l'Aviation civile :
www.developpement-durable.gouv.fr/-Drones-aeronefs-telepilotes-.html

Direction générale de l'Aviation civile
50 rue Henry Farman - 75720 Paris cedex 15

Figure 8-9. Photocopiez ou téléchargez ce document afin de l'avoir en permanence avec vous. Vous pourrez ainsi vous y référer en cas de besoin *(suite)*.

Quelles sont les limites de l'aéromodélisme d'un point de vue réglementaire ?

L'aéromodélisme désigne l'utilisation d'un aéronef non habité en extérieur à des fins de loisir ou de compétition.

Ne sont pas concernés :

- les ballons libres ou ballons captifs utilisés à une hauteur inférieure à 50 m avec une charge utile d'une masse inférieure ou égale à 1 kg (par exemple, les ballons publicitaires ou d'éclairage), ainsi que les fusées et cerfs-volants ;
- les vols d'aéronefs dans un espace clos et couvert : bâtiment, tente, cage en grillage ou en filet, ou toute autre structure telle que la probabilité que l'aéronef puisse en sortir est négligeable. Il appartient dans ce cas au propriétaire du lieu et au télépilote de prendre les précautions nécessaires pour assurer la sécurité des personnes présentes. Toutefois, les manifestations aériennes, y compris celles réalisées en intérieur avec des aéronefs non habités, sont soumises à une réglementation spécifique. Référez-vous pour cela à l'arrêté du 4 avril 1996.

Les activités suivantes, bien que n'étant pas nécessairement des activités de loisir à proprement parler, relèvent réglementairement de l'aéromodélisme. Sont donc concernés :

- les vols d'expérimentation d'un aéronef télépiloté destiné au loisir ou à la compétition (pour la mise au point de l'appareil ou de sa radiocommande) ;
- les vols destinés à la formation ou à l'entraînement du télépilote, en vue d'une utilisation à des fins de loisir ou de compétition.

Dans le même esprit, sont tolérés dans le cadre réglementaire de l'aéromodélisme :

- les vols de démonstration commerciale, par leur fabricant, d'un aéronef télépiloté destiné au loisir ou à la compétition ;
- les vols réalisés pour le compte d'un organe de presse dans le cadre d'un banc d'essai d'un aéronef télépiloté destiné au loisir ou à la compétition.

L'activité de prise de vues (en photo ou en vidéo) en aéromodélisme est permise si, et seulement si, elle n'a pas été réalisée avec l'objectif d'en tirer un bénéfice financier ou d'en faire un usage professionnel (hors cas particuliers identifiés ci-dessus).

Le droit à la vie privée des autres personnes doit être respecté. Il convient d'informer les personnes présentes si l'aéromodèle est équipé d'une caméra ou de tout autre capteur susceptible d'enregistrer des données les concernant. Par ailleurs, toute diffusion d'images permettant de reconnaître ou d'identifier ces personnes (leur visage, leur plaque d'immatriculation, etc.) fera l'objet d'une autorisation de leur part ou de celle du propriétaire dans le cas d'un espace privé (une maison ou un jardin par exemple). Et ces images doivent en plus respecter la législation en vigueur (notamment la loi du 6 janvier 1978 modifiée dite « Informatique et Libertés »).

Quel matériel peut être utilisé ?

Un aéromodèle doit normalement pouvoir être télépiloté. Cela signifie qu'à tout instant, un télépilote le contrôle manuellement. Les drones de loisir à motorisation électrique sont limités à une puissance totale inférieure ou égale à 15 kW. Au-delà, ils requièrent une autorisation délivrée par la DGAC pour voler.

Vol avec waypoints

La programmation d'un aéromodèle pour qu'il exécute de façon automatique une trajectoire définie à l'avance est autorisée en aéromodélisme, sous réserve que le vol soit exécuté sous la surveillance d'un télépilote qui, à tout moment, doit être en mesure de reprendre le contrôle manuel de l'appareil.

Toutefois, dans le cas d'un aéromodèle de masse inférieure ou égale à 2 kg évoluant à une distance horizontale maximale de 200 m du télépilote et à une hauteur maximale de 50 m :

- la capacité de contrôle du télépilote peut être limitée à des commandes d'urgence élémentaires (telles que le vol stationnaire, le posé automatique, le retour à la maison ou la coupure des moteurs) qui doivent être suffisantes pour garantir la sécurité en cas d'aléa et pouvoir être exécutées dans un délai compatible avec l'urgence ;
- la surveillance peut être réalisée par un observateur en mesure d'alerter le télépilote.

Les fréquences radio utilisées pour le contrôle des aéromodèles ou de leurs accessoires sont soit des fréquences libres (2,4 GHz par exemple), soit des fréquences spécifiquement autorisées pour cet usage. Les puissances d'émission ne dépasseront pas les limites autorisées pour la fréquence concernée (100 mW pour la fréquence 2,4 GHz).

Fréquences et puissances autorisées

Les fréquences autorisées et les puissances maximales associées sont définies dans le Tableau national de répartition des bandes de fréquence, disponible sur le site de l'Agence nationale des fréquences, à l'adresse www.anfr.fr/gestion-des-frequences-sites/le-tnrbf (dans la rubrique Documents à télécharger). Voyez en particulier l'Annexe 7, notamment les sections III et VIII.

Où peut-on utiliser un aéromodèle ?

L'objectif de la réglementation est de protéger les personnes et les biens au sol ainsi que les autres utilisateurs de l'espace aérien.

- **Interdiction d'évoluer au-dessus de l'espace public en agglomération.** Les limites des agglomérations sont celles des parcelles cadastrales desservies par une voie de circulation « en agglomération » au sens du Code de la route (article R.110-2). Ces portions de voie de circulation sont définies par arrêté municipal et repérées par des panneaux routiers. Les parcelles cadastrales peuvent être visualisées sur le site Géoportail (http://www.geoportail.gouv.fr). L'espace public en agglomération est constitué des voies publiques ainsi que des lieux ouverts au public, c'est-à-dire dont l'accès est libre (les plages, les jardins publics, les promenades publiques, etc.) ou dont l'accès est possible mais sous condition, dans la mesure où toute personne qui le souhaite peut remplir cette condition (par le paiement d'un ticket d'entrée par exemple).
- **Exceptions :** en agglomération, l'utilisation d'un aéromodèle est donc autorisée dans les espaces privés, sous réserve d'obtenir l'accord du propriétaire des lieux et de respecter une vitesse et une hauteur maximales adaptées à l'environnement immédiat (bâtiments, arbres, etc.), permettant de limiter les risques en cas de perte de contrôle. Pour connaître les éventuels espaces publics autorisés pour la pratique de l'aéromodélisme en agglomération, contactez la préfecture.
- Interdiction d'évoluer dans les zones dont l'accès est réglementé ou interdit,

pour sécuriser :

– des sites sensibles (centrales nucléaires, terrains militaires, monuments historiques, hôpitaux, prisons, parcs nationaux, réserves naturelles, etc.) ;

– une activité aérienne particulière (par exemple, du trafic militaire).

Zones sensibles

La prise de vues aérienne par appareil photographique, cinématographique ou par tout autre capteur est interdite dans des zones dont la liste est fixée par arrêté interministérie du 27 janvier 2017. Des dérogations peuvent être accordées pour une zone figurant sur ladite liste par le ou les ministres de tutelle de cette zone.

Cette liste des zones interdites à la prise de vues aérienne est déposée dans les préfectures, les directions régionales de l'aviation civile, les districts aéronautiques ou, pour les territoires d'outre-mer, dans les bureaux des délégués du gouvernement et les services de l'aviation civile. Il appartient au pilote et à son employeur éventuel de s'assurer, auprès des organismes précités, de la possibilité d'effectuer librement des prises de vues aériennes.

- **Interdiction d'évoluer à proximité des aérodromes.** Tout vol sur l'emprise ou à proximité d'un aérodrome, au-dessus d'une hauteur maximale fixée par la réglementation en fonction du type d'aérodrome et de la distance aux pistes, est interdit sauf accord préalable.

Faits divers

Plusieurs incidents aériens impliquant des drones ont eu lieu sur des aéroports depuis la fin 2013, provoquant des retards, voire des fermetures de plates-formes aéroportuaires. En janvier 2015, l'espace aérien de l'aéroport international de Dubaï a été fermé à cause de son survol par un drone non identifié. Le 20 avril 2015, un drone a été repéré dans les trajectoires de départ de l'aéroport de Manchester, ce qui a entraîné une interruption du trafic et le déroutement de certains vols vers Liverpool pendant une vingtaine de minutes. Enfin, le 20 juillet 2015, à Varsovie, un drone a frôlé un avion de la compagnie allemande Lufthansa. Par précaution, une vingtaine d'appareils ont dû changer d'itinéraire d'atterrissage.

Source : « L'essor des drones aériens civils en France : enjeux et réponses possibles de l'État – Rapport du Gouvernement au Parlement », Secrétariat général de la défense nationale et de la sécurité nationale, octobre 2015.

- **Interdiction d'évoluer à proximité de sites d'accidents ou d'incendie.** Il convient en effet de ne pas gêner les secours, en particulier aériens.

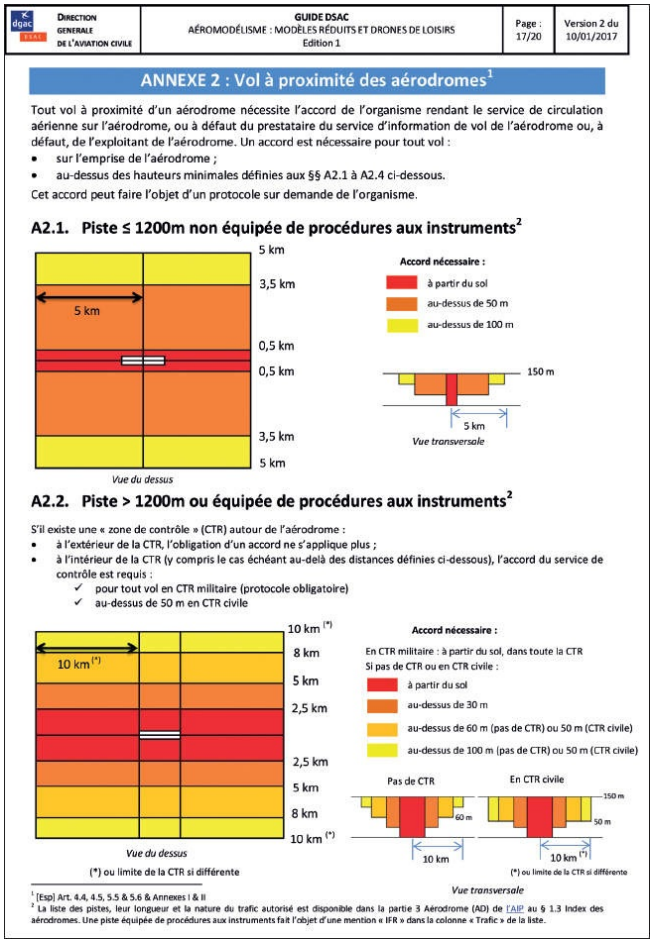
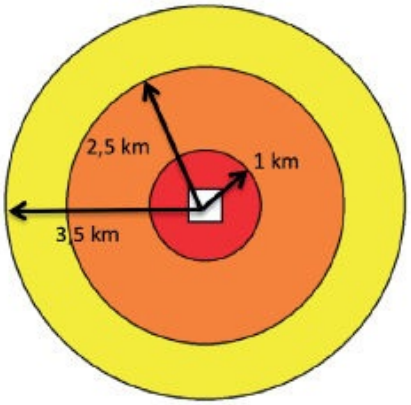
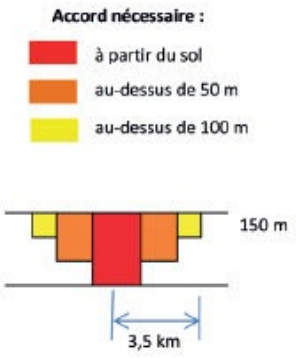


Figure 8-10. Annexe 2 du *Guide Aéromodélisme : modèles réduits et drones de loisir*.

A2.3. Aire d'approche finale ou de décollage (hélicoptères)

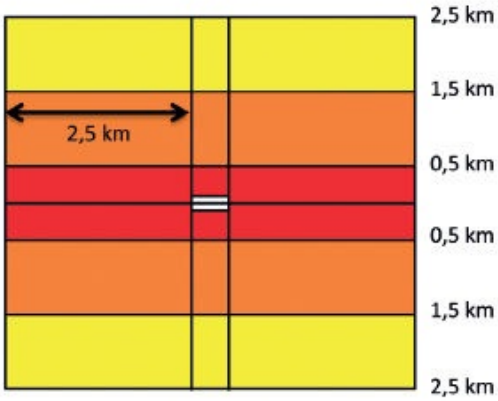


Vue du dessus

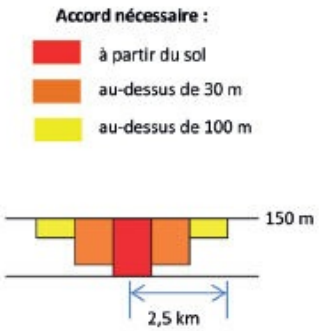


Vue transversale

A2.4. Plate-forme ULM[1]



Vue du dessus



Vue transversale

[1] Les plateformes ULM peuvent être localisées sur le site BASULM de la Fédération Française d'ULM : http://basulm.ffplum.info/
Pour les plateformes ULM sans direction préférentielle, le gabarit doit être appliqué dans toutes les directions possibles de décollage/atterrissage.

Figure 8-11. Annexe 2 du *Guide Aéromodélisme : modèles réduits et drones de loisir (suite)*.

Quand peut-on utiliser un aéromodèle ?

Un aéromodèle ne peut être piloté que de jour. Pour assurer la sécurité des aéronefs volant à basse altitude, comme les hélicoptères réalisant des opérations de secours, la réglementation interdit le vol des aéromodèles la nuit, même s'ils sont équipés de dispositifs lumineux. Dans le cas d'un site faisant l'objet d'une localisation d'activité (donc déclaré à la DGAC), le vol de nuit peut être autorisé lorsque celle-ci le prévoit explicitement. Dans les autres cas, le vol de nuit nécessite une dérogation préfectorale. Par ailleurs, certaines zones dont l'accès est réglementé ne peuvent être pénétrées qu'à certains horaires et sur accord du gestionnaire de la zone.

Figure 8-12. Même dans votre jardin, vous auriez dû demander une autorisation préfectorale…

Comment doit-on utiliser un aéromodèle ?

- **En vue directe du télépilote.** L'aéromodèle doit toujours rester en vue de son télépilote. Dans certains cas, il peut être contrôlé par une personne ne l'ayant pas en vue directe ou n'étant pas en mesure de conserver en permanence une perception suffisante de l'aéronef et de son environnement. C'est le cas par exemple :

  – des vols dits en immersion ou *First Person Vision* (FPV) ;

– des vols en mode suiveur ou Follow me, lorsque la personne suivie est trop prise par son activité ou que le drone est en dehors de son champ de vision.

Ces utilisations ne sont autorisées qu'à condition qu'une autre personne conserve à tout instant l'appareil en vue directe afin de veiller à la sécurité du vol. Cette seconde personne doit disposer de sa propre commande ou, à défaut, être en mesure, à tout instant, d'accéder à la radiocommande dans des conditions permettant de maintenir la sécurité du vol. Toutefois, dans le cas d'un aéromodèle de masse inférieure ou égale à 2 kg évoluant à une distance horizontale maximale de 200 m du télépilote et à une hauteur maximale de 50 m, cette seconde personne peut ne pas avoir accès aux commandes de l'aéronef, mais doit pouvoir informer le télépilote en temps réel des dangers éventuels.

En vue

On dit d'un aéromodèle qu'il évolue en vue lorsque ses mouvements se situent à une distance du télépilote telle que celui-ci conserve, d'une part, une vue directe sur l'appareil (sans l'aide d'aucun dispositif optique autre que ses lunettes ou ses lentilles de correction le cas échéant) et, d'autre part, une vue dégagée sur l'environnement aérien permettant de détecter tout rapprochement d'aéronef et de prévenir les collisions.

La consultation par le télépilote d'un retour vidéo (ou de tout autre écran de contrôle) n'est pas considérée comme du vol en immersion nécessitant une seconde personne si le télépilote, par un circuit visuel approprié, conserve une perception suffisante de l'aéronef et de son environnement.

- **Hauteur maximale de vol.** L'aéromodèle ne doit pas voler :
  – dans les zones de manœuvres et d'entraînement militaires, aux horaires d'utilisation publiés, à une hauteur supérieure à 50 m au-dessus du sol ou de l'eau ou des obstacles artificiels ;
  – en dehors de ces zones, à une hauteur supérieure à 150 m au-dessus du sol ou de l'eau.

  Cette hauteur maximale peut même être réduite à proximité des aérodromes (voir figures 6-6 et 6-7). Notez que l'objectif de ces limitations de hauteur est de prévenir les risques de collision avec les autres aéronefs.
- **Protection des personnes et des biens au sol.** L'aéromodèle doit être utilisé de façon à ne pas mettre en danger les personnes et les biens à

proximité. Il est interdit de survoler les personnes et les véhicules et il est nécessaire de respecter une distance minimale de sécurité, prenant en compte la possibilité de pannes. L'aéromodèle doit par ailleurs rester nettement éloigné de tout rassemblement de personnes. Et le télépilote ne peut être à bord d'un véhicule en déplacement. En revanche, rien ne l'empêche de se trouver à bord d'un véhicule à l'arrêt, par exemple un bateau à l'ancre.

Dommages, responsabilités et sanctions pénales

Les autorités ont été assez bienveillantes jusqu'à présent avec les contrevenants. Il est vrai que la grande majorité des « hors-la-loi » pouvaient invoquer, de bonne foi, la méconnaissance de cette réglementation. Mais, après le retentissement médiatique de quelques affaires impliquant des vols de drones, nul n'est aujourd'hui censé ignorer cette loi. Et les sanctions prévues par le législateur en cas d'infraction sont relativement lourdes.

Les responsabilités en cas de dommages aux tiers

Le télépilote d'un aéromodèle peut être rendu responsable, dans les conditions du Code civil, des dommages causés aux autres aéronefs et il est de plein droit responsable des dommages causés aux personnes et aux biens à la surface (articles L. 6131-1 et L. 6131-2 du Code des transports). Il convient donc, pour le télépilote, de vérifier les conditions dans lesquelles son activité est assurée par son contrat de **responsabilité civile** (contrats multirisques habitation) ou une **assurance spécifique**.

Les violations des règles de sécurité et des interdictions de survol

Est puni d'**un an d'emprisonnement** et de **75 000 euros** d'amende le fait d'utiliser un aéromodèle dans des conditions non conformes aux règles édictées en vue d'assurer la sécurité (article L. 6232-4 du Code des transports).

Est puni de **six mois d'emprisonnement** et de **15 000 euros** d'amende le fait de survoler avec un aéromodèle, par maladresse ou par négligence, une zone du territoire français en violation d'une interdiction de survol. Les sanctions sont portées à **un an d'emprisonnement** et **45 000 euros** d'amende en cas de survol volontaire ou de refus de se conformer aux injonctions de l'autorité administrative (articles L. 6232-12 et L. 6232-13 du Code des transports) ou en cas de mise en danger de la vie d'autrui (article 223-1 du Code pénal).

Les violations de la vie privée

Est puni d'**un an emprisonnement** et de **45 000 euros** d'amende le fait, au moyen d'un procédé quelconque, de porter atteinte volontairement à l'intimité de la vie privée d'autrui :

- en captant, enregistrant ou transmettant, sans le consentement de leur auteur, des paroles prononcées à titre privé ou confidentiel. Sur ce point, nous ne sommes pas vraiment concernés – en effet, le bruit du drone en vol rend impossible l'enregistrement avec le micro de la caméra ;
- en fixant, enregistrant ou transmettant, sans le consentement de celle-ci, **l'image d'une personne se trouvant dans un lieu privé** (article 226-1 du Code pénal). Sachez que toute photo ou vidéo que vous diffuseriez sur les réseaux sociaux peut comporter à votre insu de telles images. Soyez donc vigilant pour éviter de vous retrouver dans ce type de situation.

La réglementation du drone de loisir est certes restrictive, mais nous ne sommes pas les plus mal lotis en France. Vous devrez donc composer avec. Si vous envisagez de voyager avec votre drone, informez-vous avant le départ sur la réglementation en vigueur dans votre pays de destination. La police locale de certains pays n'est pas toujours aussi bienveillante et compréhensive que la nôtre.

VOYAGER AVEC SON DRONE

La tentation d'emporter son drone en voyage est grande. Pouvoir filmer ou photographier de nouveaux espaces et sujets si différents de ceux de sa région est en effet une occasion à ne pas manquer. Mais, avant de partir, il est bon de se renseigner sur la réglementation du pays d'accueil et des limitations imposées par les compagnies aériennes.

En avion

Les drones de loisir sont maintenant considérés comme des biens de consommation courante et voyagent sans problème par avion, comme tous les appareils électroniques. Citons notamment le Mavic, qui avec sa taille de poche est le drone de voyage idéal. Cependant, vous devrez dissocier les batteries du reste du drone. Celui-ci peut voyager dans une valise en soute, mais les batteries devront se trouver dans un bagage à main, en cabine. En effet, les batteries au lithium entrent dans la catégorie des marchandises dangereuses pour leur transport dans un aéronef habité, qu'elles soient installées dans un équipement ou transportées séparément.

L’IATA (Association internationale du transport aérien) réglemente précisément le transport des batteries au lithium. Il est bon d’en connaître les détails pour éviter une déconvenue à l’aéroport. Les conditions de transport des appareils électroniques et de leurs batteries de rechange varient selon :

- l’énergie en watt/heure (Wh), pour les batteries au lithium ionique, lithium polymère, lithium iron phosphate (LiPo), etc. ;
- la quantité en grammes (g) de lithium pour les batteries au lithium métal, alliage au lithium, etc.

Faites le calcul !

L’énergie en watts/heure n’est pas toujours indiquée sur la batterie. Vous pouvez la calculer facilement selon la formule suivante et à partir du voltage (3,7 V multipliés par le nombre de cellules) et de l’intensité en milliampère/heure (mAh) : 12,1 V × 5 000 mAh = 60 Wh. Par exemple, pour une batterie 4S, le résultat est inférieur à 7 000 mAh et donc inférieur ou égal à 100 Wh ; et pour une batterie 6S, il est inférieur à 4 500 mAh et donc inférieur ou égal à 100 Wh.

Prévoyez de protéger des courts-circuits les bornes des batteries LiPo transportées dans les bagages en cabine. Isolez-les avec de l’adhésif et placez-les dans des sacs plastiques individuels, dans leur emballage d’origine ou dans une enveloppe de type LiPo Guard.

Quelques conseils

Je voyage régulièrement avec mes drones, parfois avec deux pour en avoir un de rechange au cas où. Dans cette configuration, j’emporte en cabine trois batteries pour chaque drone. Ces six batteries au total sont soigneusement emballées dans des sacs de protection. Je n’ai jamais rencontré de problèmes lors des contrôles de mes bagages. Je pense qu’au-delà d’un certain nombre, les services de sécurité trouveraient à redire si la quantité ne correspondait pas à une utilisation personnelle.

Si vous voyagez à plusieurs, je vous conseille de vous répartir les LiPo. D’après le règlement de l’IATA, la quantité de batteries LiPo inférieures ou égales à 100 Wh en cabine est limitée à 5 kg par passager et à deux batteries de 100 à 160 Wh au maximum par personne. Renseignez-vous systématiquement auprès de la compagnie aérienne avant le départ et prenez avec vous le document PDF de l’IATA qui précise ce à quoi vous avez droit en cabine.

Source : « IATA Dangerous Goods Regulations & LBSG IATA Lithium Battery Shipping Guidelines » (www.iata.org/whatwedo/cargo/dgr/Documents/lithium-battery-guidance-document-2016-en.pdf).

Figure 8-13. Les batteries ne peuvent pas voyager en soute. Prévoyez un conteneur de sécurité pour les transporter en cabine.

Voler et filmer à l'étranger

Voyager avec un drone dans un sac à dos est la promesse de nouvelles histoires à mettre en images et à partager sur YouTube, Facebook et Instagram. C'est même devenu un but du voyage : selfies pittoresques, panoramas grandioses, merveilles du monde, etc.

Tous les pays n'ont pas encore adopté de législation propre à l'utilisation des drones de loisir. Avant de partir, commencez par vous renseigner auprès des autorités locales. Si l'information est difficile à obtenir, contactez des pilotes de drones du pays que vous souhaitez visiter – consultez pour cela les réseaux sociaux et les forums. Ils sauront mieux vous renseigner que l'office du tourisme, l'ambassade ou la police locale. Des sites compilent les liens vers les fédérations étrangères d'aéromodélisme (http://dronerules.eu/en/professional/authorities), ou des infos généralistes plus ou moins actualisées (http://www.dronitude.com/droner-a-l-etranger).

En l'absence de réglementation, profitez ! Mais ne considérez pas pour autant que tout est permis, surtout dans les états autoritaires où les libertés sont restreintes. Comportez-vous comme vous le feriez en France et imposez-vous

les mêmes règles, en jouant avant tout la sécurité : évitez le survol de personnes ou de sites sensibles, voire interdits, choisissez les heures où il y a le moins d'affluence sur les sites. Et n'oubliez pas de vous renseigner sur place avant de voler pour être sûr qu'il n'y a pas d'interdiction. Enfin, en cas de contrôle, soyez respectueux des autorités, montrez-leur que vous réalisez uniquement des souvenirs de vacances, et que vous n'êtes en aucun cas un espion ou une personne malveillante !

Tant qu'il n'y aura pas d'accidents et que les dronistes seront respectueux, ces pays resteront (pour combien de temps ?) des espaces de liberté appréciables. Gardez à l'esprit qu'en cas d'accidents ou de mauvais comportement d'un seul d'entre nous, les drones pourraient être purement et simplement interdits.

Devenir professionnel

Des centaines de dronistes passionnés ont commencé par vivre leur passion avant d'essayer d'en vivre. Cette idée a peut-être déjà germé en vous. Comment sauter le pas et quels sont les débouchés ?

LE PARCOURS DE PROFESSIONNALISATION

Pour exercer une activité de télépilote professionnel, il faut commencer par une solide formation au pilotage et avoir obtenu son certificat d'aptitude théorique de pilote civil ou militaire (y compris ULM). Il faut ensuite entreprendre des démarches administratives pour déclarer son activité et obtenir des autorisations. Et il convient de rendre compte régulièrement de cette activité.

Les démarches relatives aux télépilotes

- S'inscrire à l'examen théorique de pilote.
- Tous les télépilotes doivent détenir un certificat d'aptitude théorique (une licence de pilote pour les télépilotes désireux de travailler en scénario S4).
- Délivrer une déclaration de niveau de compétences de l'exploitant. Cela peut être une autodéclaration si vous êtes vous-même l'exploitant. Archivez ce document dans votre dossier de télépilote et tenez-le à disposition des autorités.
- Obtenir auprès des DSAC IR (Directions de la sécurité de l'aviation civile interrégionales) territorialement compétentes une attestation de compétence pour les aéronefs d'un poids supérieur à 25 kg, sauf aérostats captifs.

Les démarches relatives aux aéronefs

- Rédiger un manuel d'utilisation et d'entretien à archiver et à tenir à disposition des autorités.
- Obtenir auprès du pôle DSAC/NO/NAV (Direction technique de la navigabilité et des opérations) une attestation de conception dans le cas d'un drone qui n'est pas de série.
- Délivrer une attestation de conformité d'un aéronef particulier à une

attestation de conception de type.

- Obtenir auprès du pôle DSAC/NO/NAV des marques d'identification pour un aéronef de plus de 25 kg objet d'une attestation de conception de type.

Les démarches relatives à l'organisation de l'exploitant

- Rédiger un manuel d'activités particulières (MAP) à archiver et à tenir à disposition des autorités.
- Déclarer son activité aux DSAC IR territorialement compétentes, au démarrage de l'activité puis tous les 24 mois.
- Adresser un bilan annuel d'activité à la DSAC IR territorialement compétente en janvier de chaque année.
- Rendre compte d'un événement en service aux pôles DSAC/NO/NAV et DSAC/NO/OH.
- Souscrire une assurance professionnelle.

Les démarches relatives à la réalisation d'une mission

- Déclarer un vol en zone peuplée à la préfecture territorialement compétente avec un préavis minimal de cinq jours ouvrables.
- Notifier un vol hors vue ou à plus de 50 m de hauteur dans un secteur d'entraînement militaire à l'aviation civile au plus tôt l'avant-veille du vol prévu et au plus tard à 17 h la veille du vol prévu.
- Obtenir l'accord des comités régionaux de gestion de l'espace aérien pour une activité permanente ou à plus de 150 m à la DSAC IR territorialement compétente.
- Obtenir l'accord de l'autorité compétente pour un vol à proximité d'un aérodrome, au-dessus d'un espace protégé ou dans une portion d'espace aérien dont l'accès est réglementé (zones interdites, réglementées ou dangereuses, CTR – espace aérien contrôlé).
- Déclarer l'utilisation d'un aérostat captif autonome (c'est-à-dire sans la surveillance continue d'un opérateur ou télépilote) à la DSAC IR territorialement compétente.

Notez que toutes les informations utiles concernant ces démarches sont disponibles en ligne sur le site www.developpement-durable.gouv.fr.

La France compte plusieurs milliers d'emplois dans le domaine du drone professionnel, et ce nombre est en constante augmentation. Heureusement, tous les métiers de la filière ne se résument pas à celui de télépilote. Le gisement d'emplois nouveaux concerne aussi des techniciens, des ingénieurs, des développeurs d'applications, des commerciaux, des administratifs, etc.

LES SECTEURS PROFESSIONNELS

Les secteurs professionnels qui utilisent des drones civils sont de plus en plus nombreux. La révolution de ces appareils est en marche. L'audiovisuel, les services, l'industrie et l'agriculture développent tous les jours de nouvelles applications grâce aux drones. En novembre 2012, on dénombrait 90 opérateurs déclarés ; aujourd'hui, ils sont environ 3 200. La FPDC (Fédération professionnelle du drone civil) classe ces nouveaux métiers en quatre secteurs.

- **Les applications industrielles** (15 % du marché selon la FPDC).
  - – Réseaux, électricité, pétrole et gaz : corridor mapping, longue distance, maintenance conditionnelle, sécurité, inspection d'ouvrages, référentiel d'infrastructure, etc.
  - – Construction, BTP, mines et carrières : topographie, suivi de chantier, modélisation 3D, inspection d'ouvrages, cartographie et topographie, calcul de cubatures, monitoring de stock, etc.
- **Les applications agricoles** (5 % du marché selon la FPDC) : l'agriculture est un secteur demandeur pour lequel des applications de précision se développent telles que la cartographie, le traitement des cultures et leur diagnostic.
- **Les applications audiovisuelles** (80 % du marché selon la FPDC) : l'audiovisuel attire la majorité des professionnels. La concurrence y est donc très forte. La télévision est le média qui attire le plus de monde, mais le cinéma, la publicité et la promotion ne sont pas en reste.

Attention !

C'est à travers ces images de drones que nous voyons tous les jours que des vocations naissent. Je pense que c'est un véritable miroir aux alouettes, car il n'y a pas de place pour tout le monde. Les professionnels de l'audiovisuel se sont formés eux aussi à l'utilisation des drones et font de moins en moins appel aux prestataires spécialisés. Cette évolution se vérifiera aussi, je pense, dans les autres secteurs de l'économie.

- **Les applications d'observation et de surveillance** (environ 5 % du marché selon la FPDC) : le drone a débridé les imaginations et, chaque jour ou presque, de nouvelles applications apparaissent dans le domaine de l'observation et de la surveillance – surveillance maritime et côtière, surveillance et lutte contre l'incendie de forêt, reconnaissance après les catastrophes (séismes, inondations, crues, avalanches), diagnostic et bilan thermographique des bâtiments, détection du stress hydrique en agriculture, contrôle des installations industrielles et des chaînes de production, localisation de personnes dans les missions de recherche et de secours. En Afrique, on pratique aussi la surveillance des territoires de chasse contre les braconniers.

Figure 8-14. L'auteur (à droite) au cours d'une mission de prise de vues dans le port de Monaco. À gauche, le télépilote pendant la check-list.

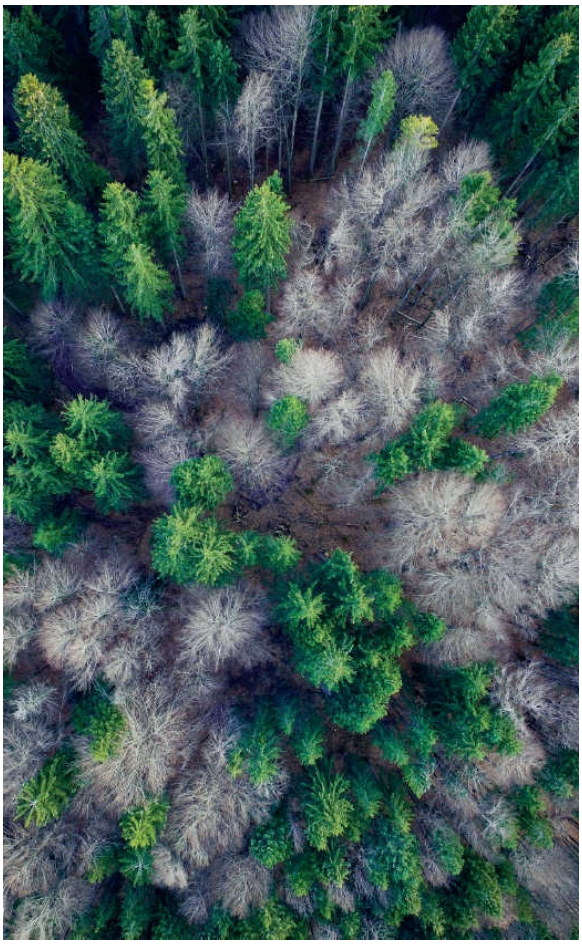
CONCLUSION

La révolution du drone touche tous les secteurs civils et militaires confondus. On pourrait donc écrire un livre sur chaque nouvelle application qui révolutionne nos pratiques. Je me suis cantonné à la prise de vues, une activité à la fois professionnelle et de loisir que j'affectionne particulièrement.

Il y a tellement de choses à dire sur cette nouvelle technologie qui a bouleversé le monde de la photo et de la vidéo. Ce drone muni de sa caméra déferle sur le marché, une innovation chassant l'autre comme la vague irrésolue. Ainsi, cet ouvrage ne serait jamais sorti si j'avais attendu l'accalmie pour décrire un état moyennement durable.

Entre le moment où j'ai imaginé son contenu et celui où j'ai terminé sa rédaction, il s'est passé quelques mois pendant lesquels j'ai dû revoir ma copie au fil des nouveautés annoncées. C'est pourquoi j'ai conçu ce livre comme un guide pratique de la prise de vues avec un drone plutôt que comme un catalogue des nouvelles technologies disponibles sur le marché. C'était l'assurance que les nouveautés qui sortiraient dans les prochains mois ne rendraient pas obsolètes tous les conseils, toutes les procédures et toutes les techniques que vous trouverez ici. J'espère qu'ils vous seront utiles dans votre pratique.

Figure C-1. Je vous souhaite de bons vols !



Quel que soit le point de vue, la nature nous éblouit souvent par la diversité et la pureté de ses compositions.

ANNEXE A

RESSOURCES UTILES

Presse spécialisée et livres

Drone Multirotor : magazine bimestriel , édité par SENO

R. Jobard, *Les drones* (2e édition), Eyrolles, 2016

F. Botton, *Les drones de loisir* (2e édition), Eyrolles, 2016

Sites web

Pour s’informer, Helicomicro : www.helicomicro.com

Le blog de Jean-Michel Normand : http://drones.blog.lemonde.fr

La lettre d’info sur le business drone : http://www.suasnews.com

Le site d’info du groupe M6 : http://www.clubic.com/drone

Forums de discussion francophones

MikroKopter : www.mk-fr.info/forum/index.php

Forum DJI Phantom : www.djiphantom-forum.com

Forum Parrot : https://community.parrot.com

Blog FPV Racing : http://fpvracer.fr

Page Facebook FPV Passion : https://www.facebook.com/fpvpassion

Forums étrangers

FPVLAB : http://fpvlab.com/forums/index.php

RC Goups : http://fpvlab.com/forums/index.php

Organismes

Fédération française d'aéromodélisme (FFAM) : www.ffam.asso.fr

Fédération professionnelle du drone civil (FPDC) : www.federation-drone.org

Direction générale de l'aviation civile (DGAC) : www.developpement-durable.gouv.fr/Modeles-reduits-et-drones-de.html

Constructeurs

DJI : www.dji.com

Parrot : www.parrot.com

3D Robotics : www.3drobotics.com

Yuneec : www.yuneec.com

Walkera : www.walkera.com.hk

Husban : www.hubsan.com

Horizon Hobby : www.horizonhobby.com

Lumenier : www.lumenier.com

Hexo+ : www.hexoplus.com

Tarot : www.tarot.com

GoPro : www.gopro.com

Revendeurs

studioSPORT : www.studiosport.fr

FlashRC : www.flashrc.com

Gulliver : www.gulliver-modeles.fr

Patrick Modélisme : www.patrickmodelisme.com

Digistore : www.dji.digistore.fr

La Fnac : www.fnac.fr

Boulanger : www.boulanger.com

Miss Numérique : www.missnumerique.com

FPV Passion : www.fpv-fly.fr

Drone FPV Racer : www.drone-fpv-racer.com

ANNEXE B

GLOSSAIRE

ACSST *(Advanced Continuous Channel Shifting Technology)* : protocole de communication de la radio FrSKY Taranis.

Aéromodèle : nom donné aux aéronefs non habités utilisés à des fins de loisir ou de compétition. Ils couvrent une gamme de machines dans laquelle les drones achetés dans les rayons de jouets ou de matériel high-tech rejoignent les modèles réduits connus et réglementés depuis des dizaines d'années.

AFHSS *(Adaptive Frequency Hopping Spread Spectrum)* : protocole de communication de la radio Hitec.

ARCEP : l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes est une autorité administrative indépendante chargée de réguler les communications électroniques et les postes en France.

AWB *(Automatic White Balance)* : fonction de réglage automatique de la balance des blancs.

BEC/UBEC *(Battery Eliminator Circuit/Universal Battery Eliminator Circuit)* : lorsqu'un ESC est dépourvu de BEC, il est dit « ESC OPTO ». Il y a alors lieu de rajouter un UBEC entre la batterie et la carte de vol.

DGAC : la Direction générale de l'aviation civile est en France l'administration qui regroupe l'ensemble des services de l'État chargés de réglementer et de superviser la sécurité aérienne, le transport aérien et les activités de l'aviation civile en général.

DSMX : protocole de communication de la radio Spektrum.

DSSS *(Direct Sequence Spread Spectrum)* : protocole de communication de la

radio Walkera Devention.

ESC *(Electronic Speed Controller)* : contrôleur électronique de vitesse qui transmet les ordres de la carte de vol au moteur. Il existe des ESC BEC et des ESC OPTO.

FASST *(Fuyaba Advanced Spread Spectrum Technology)* : protocole de communication de la radio Futaba.

FPDC (Fédération professionnelle du drone civil) : créée en juin 2013, cette association regroupe les acteurs du secteur drone en France, en particulier les constructeurs, les opérateurs et les centres de formation.

FPV *(First Person View)* : le pilote contrôle son drone grâce à la vision qu'il a depuis la caméra embarquée, soit dans des lunettes de vision panoramique telles que Fat Shark et SkyZone, soit sur un écran LCD.

FSSH *(Frequency Hopping Spread Spectrum)* : protocole de communication de la radio Futaba.

GCU *(Gimbal Control Unit)* : c'est le processeur qui traite les données des gyroscopes et donne les instructions aux moteurs qui stabilisent la nacelle.

Granularité : structure granulaire observée dans l'image. On parle de grain dans l'image.

HDR *(High Dynamic Range)* : technique qui combine entre elles plusieurs photos exposées différemment.

HOTT *(Hopping Telemetry Transmission)* : protocole de communication de la radio Graupner.

IMU *(Inertial Measurement Unit* ou centrale inertielle) : instrument utilisé en navigation, capable d'intégrer les mouvements d'un mobile (accélération et vitesse angulaire) pour estimer son orientation (angles de roulis, de tangage et de cap), sa vitesse linéaire et sa position. L'estimation de position est relative au point de départ ou au dernier point de recalage.

OPTO *(optoisolator)* : circuit électronique de l'ESC pour transmettre un signal sans électricité à l'aide d'éclats lumineux, comme un code en morse. Il faudra ajouter un UBEC entre la batterie et la carte de vol pour l'alimenter dans la tension appropriée.

OSD *(On Screen Display)* : pour l'affichage de données à l'écran ou dans les

lunettes de FPV.

PDB *(Power Distribution Board)* : plaque de distribution de l'alimentation.

Plan : en vidéo, le plan comprend l'ensemble des images capturées entre le début et la fin de l'enregistrement. Il constitue l'unité de base de la séquence au montage.

Postproduction : cette étape intervient après le tournage et commence par le montage des plans dans un logiciel dédié pour finaliser le film. Viennent ensuite le mixage des pistes son (l'ambiance, la musique et les commentaires), l'étalonnage des couleurs, l'intégration des effets spéciaux, des transitions et autres trucages. Enfin, le film est exporté au format de diffusion (Web, TV, Cinéma).

Protune : mode créé par GoPro à destination des professionnels qui demandaient des images plus dynamiques et moins compressées. Ils disposent ainsi d'une plus grande liberté pour leur travail en postproduction.

RHCP *(Right Hand Circular Polarization)* : sens de polarisation de l'antenne. Il existe aussi le LHCP *(Left Hand Circular Polarization)*.

RPAS *(Remotely Piloted Aircraft System)* : le pilote n'étant pas à bord et contrôlant l'appareil à distance, la réglementation parle aussi d'aéronef télépiloté. Notez que le terme « drone » couramment employé n'apparaît pas dans la réglementation.

RX : il s'agit de l'acronyme du mot récepteur. Vrx s'emploie pour le récepteur vidéo.

TX : il s'agit de l'acronyme du mot émetteur. Vtx s'emploie pour l'émetteur vidéo.

UAS *(Unmanned Aircraft System)* : équivalent anglais d'un aéronef qui circule sans personne à son bord. C'est ainsi que la réglementation définit les engins volants non habités (ou UAV).

UAV *(Unmanned Air Vehicle)* : engin volant non habité (voir UAS).

INDEX

4K 81

A

accéléromètre 27
accident 179
accro 57
activité sportive de plein air 5
AEB 122
aérodrome 195
aéromodèle 190
aéronef 190
alarme 182
angle 128
appairer 35
appartement 23
assurance 57
atterrissage 64
autonomie 182
AWB 90

B

balance des blancs 89, 90, 155, 169
baleine 14, 23
baromètre 27
bateau 8
batterie 32, 181, 186
    au lithium 201
BEC UBEC 28
binder 35
bracketing 122
bruit 152

C

Cable cam 110
calibration 186
capteur 85, 87
carte
    de vol 26, 185
    microSD 95
cascade 14
certificat d’aptitude 203
champ de vision 82, 116
châssis 46
château 21
check-list 187
cheval 8
chutiers 141
clarté 172
club 68
compensation d’exposition 95
composition 113
contraste 93, 171
Contraste 156
contre-plongée 100
contrôleur de vol 26
correction colorimétrique 155
correction d’exposition, 95
Course Lock 67
court-circuit 183
crash 179
cut 150

D

décoller 58
défaillance technique 181
définition 79
déformation 85
demeure 17
dérushage 147
DGAC 190
distorsion 152

diversity 40
DIY 50
DNG 115
Droid Planner 111
droit à la vie privée 193
dronie 102, 105

E

effet 143, 151
  de sol 60
  jello 72
église 21
émetteur vidéo 39
entraînement 65
entretien 185, 186
équilibrage moteur 73
équilibreur d'hélice 73
ESC 27
étalonnage 142, 155

F

Fédération professionnelle du drone civil 204
FFAM 189
filtre 89
  gris neutre 43
  ND 74
  polarisant 43
filtre radial 175, 176
filtres 166
fly-away 184
Follow me 15, 106, 198
fondu enchaîné 150
formation 69
FOV 82
FPDC 204
FPV 198
frame 46
fréquences radio 194

G
gain 71
glacier 12
GoPro 78
GPS 27
grotte 24
gyroscope 27

H
HD 79
HDR 122, 123
Heading Follow Mode 38
hélice 30, 186
hexacoptère ou hexa 54
Hexo+ 107
histogramme 167
Home Lock 67

I
IATA 201
image 3D 127
IMU 186
incendie 180
incident 180
indexer 165
infraction 199
instructeur professionnel 69
Intelligent Flights Mode 67
interdiction 202
interface de communication 118
interlaced 89
intervallomètre 123
IOC 67
Islande 11
ISO 88, 94

J
jardin 18
jello 89

JPEG, 115

K

Kelvin 91

L

lacet 63
Lightroom 116

M

magnétomètre 27
maison 17
MAP 203
mapper 126
Medium 85
mer 12
météo 187
mise au point 117
Mission Planner 111
mixage 157
mixage audio 142
mode de vol
    accro 57
    assisté GPS 57
    stabilisé 57, 65
modes 1, 2, 3 et 4 35
montage 137
monument 21
moteur 186
    brushless 29
moto-cross 7
musée 23
musique 139

N

nacelle gyrostabilisée 38
Narrow 85
netteté 93, 94
NTSC 87

O

OSD 42
ours 147

P

PAL 87
panorama 97
panoramique 99, 125
panoter 98
parc 18
pare-soleil 74
photogrammétrie aérienne 126
photothèque 164
Picture Profile 93
PID 71
pilotage 180
piqué 120
pitch 62
Pitch Follow Mode 38
Pix4D 127
plan 146, 148
    de coupe 150
plongée 100
POI 109
polarisation
    circulaire 41
    linéaire 41
position relative 62
processeur 87
profil couleur 93, 120
profondeur 62
progressif 89
protège-hélices 180
Protune 91
PSD 115

R

raccord 148
radiocommande 34

radiofréquence vidéo 39
rafale 123
RAW 115, 162
récepteur vidéo diversity 40
référentiel 65
réglementation 189
régler le drone 71
retouche d’image 161
retour image 75
roll 61
rolling shutter 72
RPAS 190
RTF 45, 50
RTH 67, 185
ruine 21

S

sanction 199
saturation 93, 172, 173
Saturation 157
selfie 102
sensibilité 87, 94
séquence 141, 147
shutter speed 88
simulateur de vol 69
site sensible 195
slow motion 85
story telling 96
stress 66, 181
SuperView 85
surcharge 180

T

teinte 93
température de couleur 169
TIFF 115
time-lapse 135
timeline 141
titrage 143, 158

Tower 111
transition 150
translation 62, 100
travelling 101, 102

U

UAS 190
UAV 190
UBEC BEC 28
Ultra-HD 79

V

vibrance 172
vibration 73, 74, 152
vitesse
    ascensionnelle 60
    d’obturation 87
voler en vue 58
vol stationnaire 60
voyage 200

W

Waypoint 110, 126
Wide 84

Y

yaw 63

Pour suivre toutes les nouveautés numériques du Groupe Eyrolles, retrouvez-nous sur Twitter et Facebook

@ebookEyrolles

EbooksEyrolles

Et retrouvez toutes les nouveautés papier sur

@Eyrolles

Eyrolles